

# EVALUACIÓN ENERGÉTICA

DE LA ARQUITECTURA POPULAR

Análisis comparado en Galicia

GRADUADO EN  
ESTUDIOS DE  
ARQUITECTURA

alumno

**Rodolfo Doncel Alonso**

tutor

**Antonio Raya de Blas**

TFG cons-17

Noviembre 2015

Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

Universidad de A Coruña

Fig. 1 Croquis esquema relativo a la sostenibilidad en la arquitectura popular.  
Elaboración propia. 2015



# **EVALUACIÓN ENERGÉTICA**

DE LA ARQUITECTURA POPULAR

Análisis comparado en Galicia

**Rodolfo Doncel Alonso**

## **MAQUETACIÓN Y DISEÑO GRÁFICO**

Rodolfo Doncel Alonso

## **FUENTES**

Helvetica Bold

Helvetica Lt Std

## **ESTILO DE CITACIÓN**

Chicago ed. 16

## **AUTOR DEL TEXTO**

Rodolfo Doncel Alonso

## **PROCEDENCIA IMÁGENES**

Se indican en cada caso  
en pie de imagen y al final  
del documento

A Coruña,  
Noviembre 2015.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración de Ana, de la casa de Ferrería de O Incio y de Pepe, de la casa de O Barqueiro, que en mis innumerables visitas a ambos lugares, siempre me atendieron y ayudaron de forma inmejorable.

Por otra parte, al conjunto de la escuela que me regalo el interés y la ilusión por este complicado oficio.

A mi tutor Antonio, por su preocupación y ayuda en el trabajo y su capacidad crítica en las múltiples correcciones y correos que semana tras semana hemos realizado.

A mis padres por ayudarme, apoyarme y darme todo el cariño.

A Mónica, aunque de alguna forma este trabajo ya es suyo.

## ÍNDICE

**RESUMEN/ ABSTRACT/ PALABRAS CLAVE****8**

Castellano/ Inglés/ Gallego

8

**INTRODUCCIÓN****12**

Proceso y metodología

12

Objetivos

14

Conceptos previos

16

**REFERENCIAS DOCUMENTALES****20****CONTEXTO Y TOMA DE DATOS****24**

Aproximación a la clasificación de arquitectura popular gallega

24

Estado actual de las viviendas

28

Levantamiento gráfico de las viviendas

35

Estaciones meteorológicas

40

**ANÁLISIS Y RESULTADOS****52**

Estación meteorológica y entorno vivienda

52

Comportamiento viviendas

60

Requerimientos CTE

92

**CONCLUSIONES****96****REFERENCIAS****102**

Bibliografía

102

Imágenes

107

“Busquemos nuestro propio modo de expresión en la arquitectura popular, en su sencillez y humildad para manejar los recursos, en sus racionales y eternas soluciones. Incorporemos a nuestro lenguaje personal esas cegadoras soluciones aplicadas a la luz, al espacio y a la forma por una arquitectura con un sentido de la proporción directamente surgido del orden, de la armonía natural”

Balkrishna Doshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pedro de Llano y Fundación Barrié de la Maza, Compañeros De Oficio (A Coruña: Fundación Barrié, 2012), 112.

## RESUMEN/ ABSTRACT/ PALABRAS CLAVE

Castellano/ Inglés/ Gallego

Partiendo de las preocupaciones de sostenibilidad y los criterios de confort actuales, este trabajo busca aportar una referencia hacia ciertos aspectos del estudio energético real de las construcciones conservadas actualmente en la arquitectura vernácula gallega.

Tras estudiar y sintetizar artículos y bibliografía sobre el tema, se realiza una crítica comparada y puesta en valor de la respuesta energética de los casos de estudio, analizándola con diferentes herramientas de evaluación actuales.

Se concluye con una reflexión sobre algunos criterios puestos en duda acerca de la arquitectura popular, como es el criterio de la localización o la inercia térmica, así como reflexionando sobre la validez de la aplicación de los diferentes métodos de análisis y simulación energética en la arquitectura popular.

Palabras clave: sostenibilidad, confort, arquitectura vernácula gallega, respuesta energética, simulación energética.

Based on the concerns of sustainability and comfort current criteria, this paper aims to provide a reference to certain aspects of the study of the actual energy response of the buildings currently preserved in the vernacular architecture in Galicia.

After studying and summarize articles and literature on the subject, a critical and comparative set value is made in the energy response of the case studies, analyzing different current assessment tools.

It concludes with a reflection on some criteria doubted about the architecture such as the location or the thermal inertia, as well as questioning the validity of the different methods of energy simulation in architecture.

Keywords: sustainability, comfort, vernacular Galician architecture, energy simulation.

Partindo das preocupacións de sostenibilidade e dos criterios de confort actuais, este traballo busca aportar unha referencia cara certos aspectos do estudio da resposta enerxética real das construcións conservadas actualmente na arquitectura vernácula en Galicia.

Tras estudar e sintetizar artigos e bibliografía sobre a temática, realízase unha crítica comparada e posterior posta en valor da resposta enerxética dos casos de estudo, analizándoa con diferentes ferramentas de avaliación actuais.

Conclúese cunha reflexión sobre algúns criterios postos en duda acerca da arquitectura popular como é a localización ou a inercia térmica, así como cuestionando a validez dos diferentes métodos de simulación enerxética na arquitectura popular.

Palabras clave: sostenibilidade, confort, arquitectura vernácula galega, resposta enerxética, simulación enerxética.

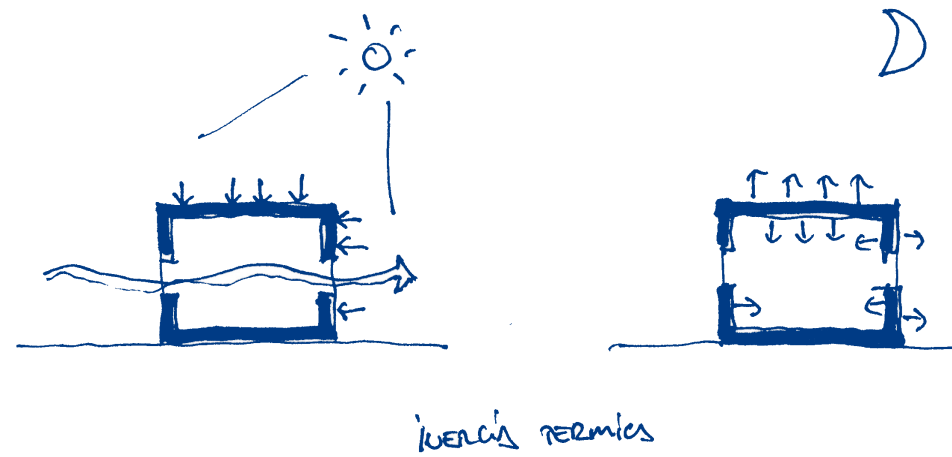


Fig. 2 Croquis idea de inercia térmica.  
Elaboración propia. 2015



## INTRODUCCIÓN

Proceso y metodología

Objetivos

Conceptos previos

Se inicia el trabajo a partir de un interés personal previo hacia la arquitectura vernácula y la investigación precedente de bibliografía de referencia y artículos, planteando una reflexión sobre la respuesta energética de la arquitectura, en palabras de Rapoport <sup>2</sup> :

“La sugerencia de que los factores sociales y culturales tienen más influencia en la creación de la forma de la casa que las fuerzas físicas, es una razón importante para volver a la construcción vernácula y dar un vistazo a sus formas”

La búsqueda de viviendas de referencia a estudiar es complicada. La propia riqueza del territorio gallego<sup>3</sup> parte de su complejidad , de su diversidad debida a su clima, vegetación y sobretodo a su población y desarrollo económico. (Fig. 3)

Se requiere que las viviendas se mantengan inalteradas desde su construcción, y además que su estado de conservación sea tal que la vivienda se encuentre en condición habitable. Preferiblemente y con el objetivo de acotar el trabajo, se buscan viviendas sin habitar para no añadir más variantes al estudio, como son cargas térmicas o de humedad interiores.

Seleccionadas las viviendas, se procede primeramente a la toma de datos, fotografías y dibujos de éstas, y al posterior levantamiento gráfico. Ambas viviendas se encuentran deshabitadas actualmente, pero en condiciones similares a las de cuando eran habitadas.

Se toman datos higrotérmicos empleando útiles de medida digitales, termo-higrómetros, previamente calibrados y comprobados en un mismo lugar, que se instalan durante un período de doce días<sup>4</sup> en cada vivienda para tomar la temperatura y humedad relativa exteriores e interiores en dos puntos diferentes en cada una.

Con el objetivo de estudiar lo más fielmente la respuesta del cerramiento se coloca un medidor en un espacio habitable dentro de la vivienda y otro en el mismo punto del cerramiento al exterior.



Fig. 3 Fotografía dispersión del territorio gallego. Lugar de Hospital, O Incio, Lugo.  
Elaboración propia. 2015

2 Amos Rapoport, *Vivienda Y Cultura*. (Barcelona: Gustavo Gili, 1972), 80.

3 Begoña Bas, *As construción populares: Un tema de etnografía de Galicia*. (Sada, A Coruña. Edicions do Castro 1983) , 19.

4 Se realiza en un período ajustado, de 12 días, condicionado por la propia extensión del trabajo fin de grado.

Es importante que los termo-higrómetros permanezcan siempre protegidos de la exposición directa al sol y a la lluvia evitando alteraciones en los resultados.

Una vez tomadas las medidas se compararán con los datos obtenidos de las estaciones metereológicas más próximas a cada vivienda, juntando todos los datos en una hoja de cálculo de Excel, donde se realizan gráficas, que mostrarán visualmente el comportamiento real de cada caso.

Finalmente, se reflexiona sobre el comportamiento particular de cada punto de medición en relación a su gráfica correspondiente, concluyendo respuestas o relativas al planteamiento y funcionamiento energético de la arquitectura popular.

## INTRODUCCIÓN

## Objetivos

No existe una arquitectura sostenible, si no que la arquitectura, para serlo, ha de ser sostenible. De lo contrario, ¿existiría el concepto de arquitectura no sostenible o insostenible?, algo que parece inaceptable. En consecuencia, se busca reflejar este hecho basándose en como la arquitectura popular, desde el momento de su concepción y debido a su carácter de supervivencia, incorpora a ella inconscientemente los conceptos surgidos hoy, casi como moda, de sostenibilidad. Como bien indica de Llano<sup>5</sup>, Álvaro Siza en sus inicios ya disociaba totalmente la arquitectura de la modas, y enlazaba ésta con la tradición.

“... pude hacer maravillas con los artesanos locales y con los materiales tradicionales, y todo esto gracias a poder trabajar directamente con ellos al margen de las modas”

Actualmente existe además una despreocupación<sup>6</sup> hacia la conservación del patrimonio construido y cultural, en contraposición a crecientes criterios medioambientales que apuestan por la reducción, de las emisiones y del consumo energético. Todo esto lleva a reflexionar sobre cómo la arquitectura de nuestros antepasados se posicionaba en todos estos aspectos, y dentro de ellos confirmar objetivamente cómo era el funcionamiento prestacional de este valor olvidado.

La arquitectura popular plantea actitudes de relación con su medio físico y el empleo sabio de técnicas y materiales. Éstas, son válidas para reinterpretarlas y extrapolarlas a nuestra arquitectura, desde el proyecto, durante su vida útil y hasta su desaparición, que como la arquitectura popular demuestra (Fig. 4) puede realizarse en su propio medio incluso integrándose en su geografía como un último eslabón de la vida de la construcción. Como Carlos Pita<sup>7</sup> cita en su conferencia para la Bienal de Quito:

“...no hay que olvidar que somos animales...entonces ¿porqué cuando un pájaro construye su nido es naturaleza y cuando un hombre construye su casa no lo es? personalmente niego esa evidencia”



Fig. 4 Fotografía disolución en el medio del antiguo núcleo de Portomarín, vivienda aislada.

Elaboración propia. 2015

5 Pedro de Llano y Fundación Barrié de la Maza, *Compañeros De Oficio* (A Coruña: Fundación Barrié, 2012), 135.

6 M. Vellinga, “*Vernacular architecture and sustainability: Two or three lessons...*” In Camilla Mileto, *Vernacular Architecture :Towards a Sustainable Future : Proceedings of the International Conference on Vernacular Heritage, Sustainability and Earthen Architecture*, Valencia, Spain, 11-13 September 2014 in CRC Press, 2015), 3-8.

7 Carlos Pita. Video “*Conferencia XVIII Bienal Panamericana de Arquitectura de Quito*” [https://www.youtube.com/watch?v=jn7eW9mqF\\_M](https://www.youtube.com/watch?v=jn7eW9mqF_M) 2012. Última visita: 01/10/2015

En este contexto de cambio, el trabajo investiga y pretende debatir sobre las ventajas e inconvenientes de las técnicas constructivas y planteamientos básicos de la arquitectura popular. Se tienen en cuenta en todo momento los criterios de confort de cada escenario, completamente diferentes, buscando objetivos y metodologías comunes en ambos espacios temporales. El propósito será incluir principios sobre una arquitectura lo más respetuosa y eficiente posible.

Así mismo, también se reflexiona durante el desarrollo del trabajo sobre el valor de las herramientas y métodos actuales de estudio de la eficiencia energética, focalizados en la arquitectura popular.

## INTRODUCCIÓN

## Conceptos previos

En el acercamiento al concepto de arquitectura popular, Manolo Gallego<sup>8</sup>, definía en el año 1975 la arquitectura popular como un valor, donde “la verdadera dimensión del concepto, su riqueza, viene cuando le añadimos a su inmediata funcionalidad, un contenido espiritual, cuando tiene una carga cultural, modelado entonces por todos los complejos factores que determinan esa cultura”. Por otra parte, Pedro de Llano<sup>9</sup> afirmaba que “toda aquella modificación del medio natural del hombre para conseguir mejores condiciones de vida, desde muros, cierres, o alpendres, hasta la propia vivienda es arquitectura”.

La arquitectura popular es anónima<sup>10</sup>, “arquitectura sin arquitectos” en la cual la construcción se realizaba por los propios usuarios, criterio de autoconstrucción, hoy desaparecido por la figura de los arquitectos. La falta de recursos (Fig. 5) y medios técnicos implicaba, lógicamente, una reducción drástica de los cánones mínimos de habitabilidad, los cuales hoy serían inaceptables. Se buscaba siempre la mayor funcionalidad con los espacios elementales, evitando todo aquello innecesario, ornamento o la singularidad, y consiguiendo una arquitectura que inevitablemente acentúa la interacción de los sentidos...el olor a humo, los ruidos del ganado y el calor de la “lareira”. (Fig. 6)

En la arquitectura popular no existe un objetivo estético o compositivo prioritario, si no que, es la propia racionalidad de las soluciones la que aporta un valor compositivo común, cultural de gran valor, y unido al lugar en el que se asienta. Un importante factor que determina esta racionalidad característica es el clima, concibiendo la arquitectura popular como una respuesta, donde las formas se establecen según el hombre aprende a dominar la técnica, como los “constructores primitivos y campesinos al tratar los problemas climáticos con habilidad, usando los mínimos recursos para obtener los máximos resultados”<sup>11</sup>.

Es decir, condicionantes locales, como la utilización de los materiales propios del lugar, tratan de minimizar la necesidad de transportes, en un uso máximo de la racionalidad con uso de la menor cantidad de energía para obtener el mejor resultado, que en cada caso caracteriza a la arquitectura. Por todo esto la arquitectura popular es clasificada además de por su tipología edificatoria, sobretudo por su situación geográfica.

8 Manuel Caamaño Suárez, *As Construcións Da Arquitectura Popular :Patrimonio Etnográfico De Galicia*, Vol. 16 (A Coruña: Hércules de Ediciones, 2006), 23.

9 Pedro de Llano, *Arquitectura Popular En Galicia*, Vol. 1 (Santiago: Colexio Oficial de Arquitectos de Galicia, 1983), 15.

10 Bernard Rudofsky, *Arquitectura Sin Arquitectos. Breve Introducción a La Arquitectura Sin Genealogía*. 2ª ed. (Buenos Aires: Editorial Universitaria, 1976), \_\_\_\_.

11 Rapoport, *Vivienda Y Cultura*, 111.



Fig. 5 Fotografía de materiales de construcción en las sierras orientales gallegas, el esquisto y sobre este, la arcilla.

Elaboración propia. 2015



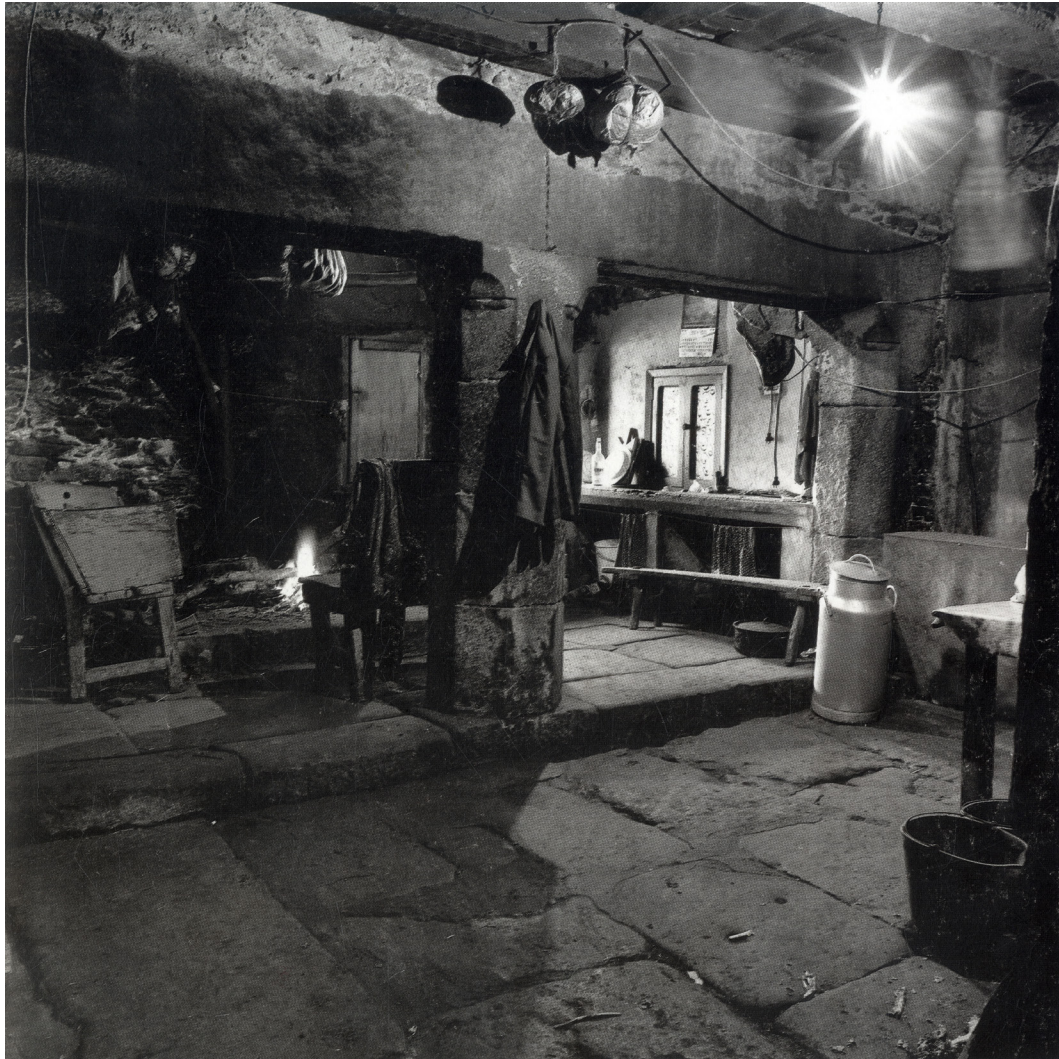


Fig. 6. Fotografía interior arquitectura en relación con los sentidos.  
Fecha desconocida. Juan Rodríguez en  
(de Llano y Fundación Caixa Galicia. 2006), 123.

Caamaño justifica <sup>12</sup> que, debido a la escisión entre arquitectura monumental y popular, no es hasta el siglo pasado en Galicia, que surge una cierta conciencia del valor y la importancia de una conservación de la arquitectura popular. La preocupación por ésta comienza por medio de historiadores, etnógrafos, geógrafos o arqueólogos<sup>13</sup>.

Con Frank Lloyd Wright o Le Corbusier<sup>14</sup> comienzan en la arquitectura contemporánea un interés por las formas de la arquitectura popular, como obras de respuesta inmediata a las necesidades, armonizadas con su entorno por un conocimiento que no era mayor que lo nativo, rechazando los intentos académicos de belleza. Es un ejemplo significativo la Casa Sarabhai, en Ahmedabad, India del año 1954, obra de Le Corbusier (Fig. 7), y según de Llano ejemplo de arquitectura enraizada en la tradición popular, caracterizada por su austeridad, intimidad, e inteligente introducción de la luz y ventilación.

Durante el presente trabajo se estudian casos de arquitectura vernácula aceptando como referente la vivienda por ser la construcción más vinculada a la vida diaria del hombre, en palabras de Xaquín Lorenzo<sup>15</sup>, en su pequeña pero valiosísima obra sobre la casa en Galicia, como “o enlace máis íntimo do home ca terra”. Dentro de las diferentes tipologías edificatorias clasificadas por su espacio geográfico, tanto por De Llano<sup>16</sup> como más tarde ampliado y clasificado por Caamaño, se seleccionarán dos para estudiar y analizar a fondo.

El estudio y puesta en valor de la arquitectura vernácula ha de ampliarse a valores culturales individuales, sociales y económicos, ya que es ésta el reflejo de las culturas que la construyeron. De lo contrario, olvidando la cultura propia, continuaremos hacia la pérdida del patrimonio, la identidad y los valores sociales. Existen muchos artículos entorno a la arquitectura popular, aun así es necesario reforzar y asentar una metodología para su estudio, como medio de conocimiento para su posterior incorporación a proyectos de arquitectura contemporánea.



Fig. 7 Fotografía de la Casa Sarabhai, conceptos vernáculos de la arquitectura mediterránea. Fecha desconocida. Yukio Futagawa. (Le Corbusier, Sarabhai House, 1951-55. 2011), 33.

<sup>12</sup> Manuel Caamaño Suárez, *As Construcións Da Arquitectura Popular :Patrimonio Etnográfico De Galicia*, Vol. 16 (A Coruña: Hércules de Ediciones, 2006), 23.

<sup>13</sup> Caamaño, *As Construcións Da Arquitectura Popular*, 26.

<sup>14</sup> De Llano, *Compañeros De Oficio*, 42.

<sup>15</sup> Xaquín Lorenzo Fernández, *A Casa* (Vigo: Galaxia, 1992), 7.

<sup>16</sup> De Llano, *Arquitectura Popular En Galicia*, 119-132.



Un factor importante a la hora de la construcción y funcionamiento de una vivienda es su planteamiento energético. Existen dos posiciones históricas básicas sobre la construcción de la vivienda<sup>17</sup>, la estructural, que se centra en sistemas estáticos de defensa y selección natural, y la posición energética, más dinámica en busca de un control ambiental.

La acción microclimática del entorno se ve afectada por la propia ubicación de este<sup>18</sup>, refiriéndose a aspectos como los topográficos, en cuanto a la altura relativa, la pendiente del terreno o su orientación. La relación con el agua, como la presencia de ríos o la cercanía de la costa actúan como reguladores térmicos o potenciadores del aumento de humedad. Otro aspecto destacado es la relación con la vegetación en contextos aislados o la propia forma urbana en los núcleos, afectando al soleamiento, viento y humedad.

Los edificios responden a las condiciones climáticas con su forma, más o menos compactos, porosos o esbeltos, y con su tratamiento del cerramiento. En cuanto a este, la inercia térmica es la capacidad de su masa para absorber y retener el calor recibido durante el período de mayor temperatura y desprenderlo progresivamente cuando éstas se reducen durante la noche. Tradicionalmente la inercia térmica en la arquitectura popular ha sido muy valorada, por ser esta arquitectura de gran masividad. Actualmente se ve sustituida por el concepto de aislamiento debido a los avances técnicos en el campo de la construcción.

Todos estos conceptos, serán volcados al estudio de las dos viviendas escogidas, llevándonos a una reflexión posterior hacia ellos.

17 Rafael Serra Florensa, Helena Coch Roura and Universitat Politècnica de Catalunya, *Arquitectura Y Energía Natural*, Reimp ed., Vol. 17 (Barcelona: Edicions UPC, 2009; 2001), 121-122.

18 Serra y Coch, *Arquitectura Y Energía Natural*, 125-135

Posteriormente a la lectura de los referentes teóricos y los inventarios gráficos fundamentales de arquitectura popular anteriormente citados, se realiza una búsqueda de artículos de investigación particularizando en la evaluación energética y sostenibilidad en la arquitectura popular, y que establecen nuevas líneas de investigación y conocimiento.

Las metodologías son semejantes a las de este trabajo, y los propósitos frecuentemente más particulares, están relacionados con la reinterpretación de las soluciones populares en la arquitectura contemporánea o la situación actual de la arquitectura popular en el ámbito internacional. El mayor número de artículos de interés son recopilados en tesis o congresos expuestos en posteriores publicaciones. El interés por la sostenibilidad en relación con la arquitectura vernácula comienza en los años ochenta del siglo pasado en el ámbito académico, pero no es hasta 1990 cuando se convierte también en una preocupación social y política<sup>19</sup>.

Las publicaciones resaltan el carácter sostenible de la arquitectura popular, criterio no siempre compartido<sup>20</sup> por todos los artículos, ya que se basan en una serie de deficiencias conceptuales que hacen que el discurso de la sostenibilidad en relación a este tipo de arquitectura sea parcial y distorsionado. Una de las causas de estas deficiencias, cita este artículo crítico, parte del énfasis actual por la conservación del medio ambiente, debido a los rápidos cambios climáticos, la contaminación o el calentamiento global. Esta precipitación en los juicios de valor de ambas arquitecturas, y la distancia temporal son inevitablemente un error, debiendo reflexionar sobre el planteamiento de la arquitectura popular en cuanto a los materiales, fijados por el contexto, las energías provenientes de los animales y el trabajo humano o la tecnología, rudimentaria y escasa.

Otra de las deficiencias señaladas<sup>21</sup> en este artículo, es el carácter esencialista y romántico de este discurso, que no hace realidad de los criterios actuales de confort y los que proporciona la arquitectura vernácula. Por esto, se plantea el estudio de la arquitectura popular como una identificación de las prácticas y tecnologías tradicionales como base a una reinterpretación en las propuestas contemporáneas<sup>22</sup>.

19 Camilla Mileto, *Vernacular Architecture :Towards a Sustainable Future : Proceedings of the International Conference on Vernacular Heritage, Sustainability and Earthen Architecture*, Valencia, Spain, 11-13 September 2014 (Boca Raton: CRC Press, 2015), 784.

20 Vellinga, M. *Vernacular architecture and sustainability: two or three lessons*. artículo de (Camilla Mileto, *Vernacular Architecture*, 2015), 3-8.

21 Vellinga, M. Vernacular architecture and sustainability, 3-8.

22 Vellinga, M. Vernacular architecture and sustainability, 3-8.

Frente a esta dialéctica entre ambos términos, popular y contemporáneo, algunos artículos proponen diferentes metodologías, abordando el equilibrio mutuo, la creación de guías de estudio, investigación y propuesta para la conservación de la arquitectura popular, o programas regionales de intervención con objeto de preservar los núcleos degradados<sup>23</sup>. Otros artículos, sin embargo plantean simulaciones energéticas sobre proyectos contemporáneos que se realizan reinterpretando lo popular con mediciones reales en el lugar, los datos meteorológicos y una simulación de la vivienda<sup>24</sup>.

En otros artículos<sup>25</sup>, un procedimiento ampliamente aceptado es el que utiliza el análisis de ciclo de vida (ACV), como herramienta que identifica lesiones, estudia sus causas y propone soluciones teniendo en cuenta la temporalidad de los materiales y sistemas, a veces no todos coincidentes, cuando la vida útil del edificio es alta. El ciclo de vida se considera desde su producción, durante su conservación y mantenimiento hasta el fin de su vida útil. En este artículo se reflexiona sobre el necesario equilibrio entre técnicas tradicionales y modernas y su intención es sensibilizar a los profesionales sobre las consecuencias de las actuaciones en arquitectura.

Concluimos por lo tanto que la arquitectura popular se basa en planteamientos sostenibles, pero a día de hoy es erróneo definirla como sostenible pensando en el contexto, donde los criterios de confort del momento eran radicalmente diferentes a los actuales. No había ni medios ni posibilidades de mejorarlos, por esto las estrategias adoptadas en la arquitectura popular sí son un ejemplo de sostenibilidad, a día de hoy están profundamente olvidadas, confiando en un uso desmesurado de la tecnología.

Tanto los recursos formales de la arquitectura popular, como el uso inteligente de los materiales, (Fig. 8) dando prioridad a factores climáticos o funcionales frente a los puramente estéticos, así como la forma de relacionarse con el medio, del modo más sencillo, sensible y sensato posible hacen que la arquitectura popular tienda a ser el referente hacia la nueva arquitectura.

23 De Luxán García De Diego, M. et al., *Sustainable Living: Environmental Integration in 15 Vernacular Spanish Houses*, artículo de (Camilla Mileto, *Vernacular Architecture*, 2015), 231-237

24 Hassan, M y Abd Elrady, A.R. *Conservation of morphological characters as an approach to thermal comfort*, artículo de (Camilla Mileto, *Vernacular Architecture*, 2015), 15-20.

25 Careccia, C and Incognito, M. *Life Cycle Assessment as a means to grow awareness on the environmental impact of conservation*. artículo de (Camilla Mileto, *Vernacular Architecture*, 2015), 185-191.



Fig. 8 Fotografía de vivienda en Ferrería do Incio. Escasos materiales y recursos formales sencillos y eficientes. Elaboración propia. 2015



Fig. 9 Croquis de las dos viviendas,  
factores y planteamientos en cada una.  
Elaboración propia. 2015

## CONTEXTO Y TOMA DE DATOS

Aproximación a la definición de arquitectura  
popular gallega

Estado actual de las viviendas

Levantamiento gráfico viviendas

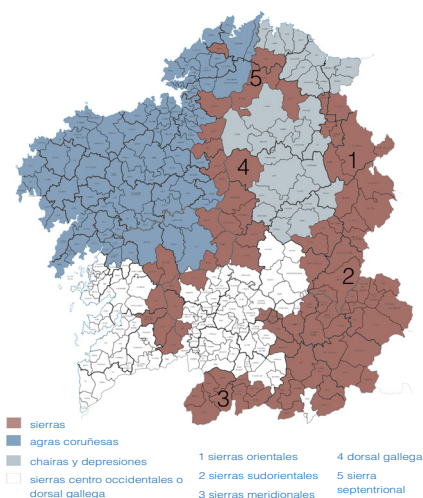


Fig. 10 Reinterpretación plano distribución arquitectura popular en Galicia. Manuel Caamaño *As contruccións da arquitectura popular*, 2003. Elaboración propia. 2015

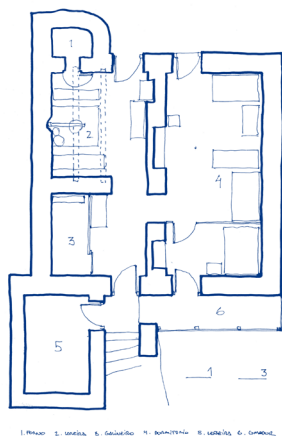


Fig. 11 Reinterpretación planta tipo de vivienda montaña. A partir de Pedro de LLano, *Arquitectura popular en Galicia*, 1983. Elaboración propia. 2015

## CONTEXTO Y TOMA DE DATOS

## Aproximación a la clasificación de arquitectura popular gallega

En la clasificación de la arquitectura popular gallega (Fig. 10) realizada por Caamaño<sup>26</sup> según su espacio geográfico distinguimos: la de las sierras siendo esta la “arquitectura más diferenciada y singular”, la de las chairas y depresiones lucenses en una topografía suave y clima mucho más favorable o la arquitectura de las “agras” coruñesas mucho más diversa por combinar zonas costeras y de interior y que como resultado obtiene una arquitectura versátil. Por último, como una de las más pobladas, la zona litoral con la casa vivienda “mariñeira” como edificación destacada.

Seleccionamos las viviendas, dentro de cada una de las dos áreas geográficas más características y contrapuestas, que son la de las grandes sierras y la del litoral. La arquitectura de las grandes sierras, se dividirá por sus diferencias tipológicas en dos regiones basadas ambas en el autoconsumo, la agricultura y la ganadería. Una primera zona abarca<sup>27</sup> las sierras Orientales con Os Ancares y O Courel como cadenas representativas y de arquitectura caracterizada por construcciones elementales con formas sobrias y de pequeños espacios (Fig. 11). También existirán pequeñas y pobres construcciones adjetivas singulares, como “o cortín”, protectores de las colmenas productoras de miel y “o horreo” como lugar de almacenamiento, secado e incluso trabajo.

La construcción de la vivienda de las sierras se ejecuta con muros de granito o pizarra según la existencia de uno u otro, mientras que las cubiertas se ejecutan de losas de pizarra generalmente, utilizando los núcleos de las Sierras Orientales técnicas más pobres y primitivas por sus menores medios y aislamiento. En esta región la palloza es la edificación singular (Fig. 12), siendo esta la construcción gallega más arcaica donde destaca “o colmo” como cubierta vegetal de la palloza, apodándola Yago Bonet<sup>28</sup>, como “las casas del humo” por ser este, el “mejor método de desinfección, conservación y calefacción”.

La otra zona de esta primera región esta formada por las Sierras Sudorientales y Meridionales, más basadas en el pastoreo, lo que implica la mayor creación de espacios destacados en los conjuntos como “eiras” comunales, alpendres y desaparece la figura del hórreo.

26 Manuel Caamaño Suárez, *As Construcións Da Arquitectura Popular :Patrimonio Etnográfico De Galicia*, Vol. 16 (A Coruña: Hércules de Ediciones, 2006), 138.

27 Caamaño, *As Construccions Da Arquitectura Popular*, 152.

28 Yago Bonet Correa y Fundación Caja de Arquitectos, *La Arquitectura Del Humo*, Vol. 21 (Barcelona: Fundación Caja de Arquitectos, 2007), 15-16





Fig. 12 Fotografía interior palloza. Relación con los sentidos.  
Fecha desconocida. Juan Rodríguez en  
(de Llano and Fundación Caixa Galicia 2006), 123.

**CONTEXTO Y TOMA DE DATOS**

Aproximación a la clasificación de arquitectura popular gallega

En la otra región, las sierras centro occidentales o dorsal gallega, abarcan el límite de las provincias de Pontevedra y Coruña con Lugo, mientras que las septentrionales separan la Terra Chá de la Mariña Lucense. Afirma Caamaño<sup>29</sup>, que gozan de una economía de factores más favorables, lo que hace que las dimensiones de la vivienda crezcan, con construcciones adjetivas de mayor relevancia, estando siempre el hórreo presente.

En la arquitectura popular perteneciente al litoral<sup>30</sup> destacan las construcciones comunales dedicadas a las actividades del mundo del mar, como son los faros, “os peiraos” o los sequeiros, como espacios de señalización, almacenamiento o secado respectivamente. Esto hace que la vivienda “mariñeira” sea una construcción de pequeñas dimensiones usada casi exclusivamente como residencia, sin construcciones anexas (Fig. 13). La planta será cuadrada o rectangular, cumpliendo sus funciones en un espacio único, con una zona de estar hacia el alzado principal, una cocina trasera y dos o tres cuartos de reducidas dimensiones, que según el tamaño familiar sumaban una última dependencia bajo cubierta llamada “faio” con escaso mobiliario.

Existen diferentes modelos tipológicos de vivienda marinera dependiendo de la dedicación de la familia, siempre derivando del mar, la agricultura o las vides. Dentro de las éstas, Caamaño<sup>31</sup> distingue la casa térrea como vivienda básica de un único espacio rectangular y con pocos huecos, “la casa do pincho”, definición de Pedro de Llano<sup>32</sup>, como aquellas en las que un gancho de hierro sale del muro para permitir colgar redes para secar y reparar. Existen la casa do pincho térrea o de dos plantas, la vivienda entre medianeras o su variante, “casa do remo” destacada por su tamaño reducido adaptado únicamente a las medidas de un remo. Por último la “casa do patín”, de dos plantas en la que se accede a la segunda por el exterior, por el patín, que además era utilizado para secar o almacenar.

Los materiales habituales de la arquitectura popular marinera son la mampostería de granito con teja, habitual durante toda la costa occidental, por ser una zona granítica. En donde no había granito cercano, pero si había esquisto como es el caso de O Barqueiro, se construían los muros con este, y en lajas de pizarra la cubierta. Destacan las carpinterías y piezas como balcones o corredores en madera (Fig. 14), habitualmente coloreados con la pintura sobrante aplicada a los barcos, o las grandes ménsulas de granito que sustentan el propio corredor.

29 Manuel Caamaño Suárez, *As Construcións Da Arquitectura Popular :Patrimonio Etnográfico De Galicia*, Vol. 16 (A Coruña: Hércules de Ediciones, 2006), 152.

30 Caamaño, *As Construcións Da Arquitectura Popular*, 231-32.

31-32 Caamaño, *As Construcións Da Arquitectura Popular*, 236.

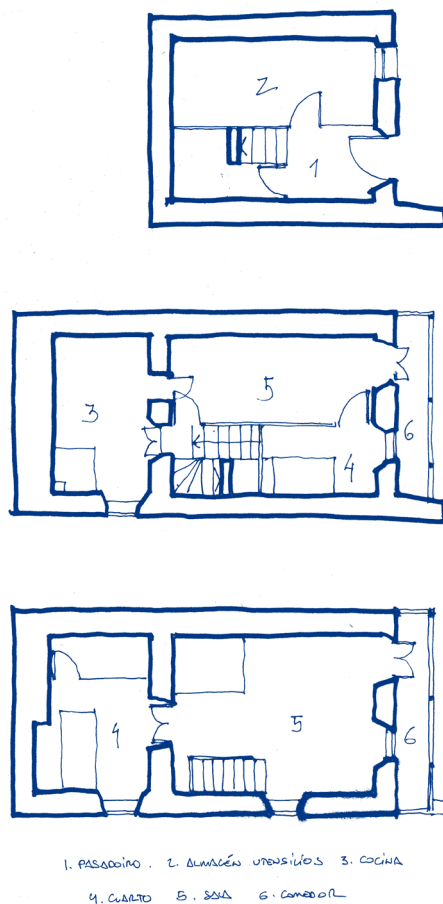


Fig. 13 Reinterpretación planta vivienda marieira. A partir de Manuel Caamaño *As construcións da arquitectura popular*, 2003. Elaboración propia. 2015





Fig. 14 Fotografía corredores Combarro. Granito y madera como materiales del lugar. Fecha desconocida. Juan Rodríguez en (de Llano and Fundación Caixa Galicia 2006), 184.

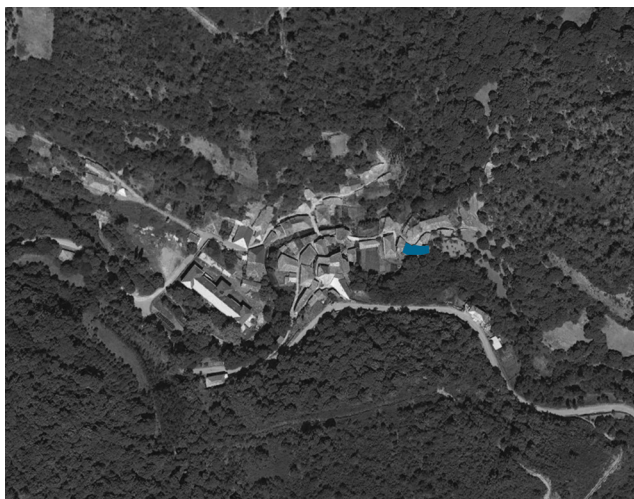


Fig. 15 Situación A Ferrería, O Incio.  
Elaboración propia. 2015

La primera vivienda seleccionada se encuentra en las puertas de la sierra de O Courel, aldea de A Ferrería, a nueve kilómetros del ayuntamiento en Cruz do Incio, provincia de Lugo (42° 38' 16,48" N, 7° 17' 47,45" O ) (Fig. 15). A una altitud de 560 metros, su clima es de inviernos duros, fríos, lluviosos y largos. El núcleo se orienta a sur, buscando la ganancia solar, y por el pasa el río Antigua, afluente del Cabe. Está parcialmente inalterado, de calles estrechas y con gran pendiente, sus construcciones se encuentran en un estado aceptable de conservación, y hay gran cantidad de viviendas rehabilitadas. En 1999, el estudio Arkho realizó un proyecto de rehabilitación y puesta en valor de todo el núcleo, que no llegó a realizarse por falta de consenso.

La vivienda, sin rehabilitar y de las más antiguas del conjunto<sup>33</sup>, de fecha de construcción desconocida, se sitúa en la zona de mayor pendiente. Intacta la forma y construcción (Fig. 16), sin nuevas edificaciones anexas ni derribo alguno, tiene dos plantas, la principal y una sótano donde se encuentran las cuadras. El acceso se realiza por una zona cubierta anexa usada para guardar leña y desde la que se llega a otro espacio donde está el horno y donde se secaban los alimentos. También se llega a la cocina, delimitada por un ligero tabique y encima de ésta, comienza el “faiado”, usado como pequeño almacén y ocasionalmente como cuarto.

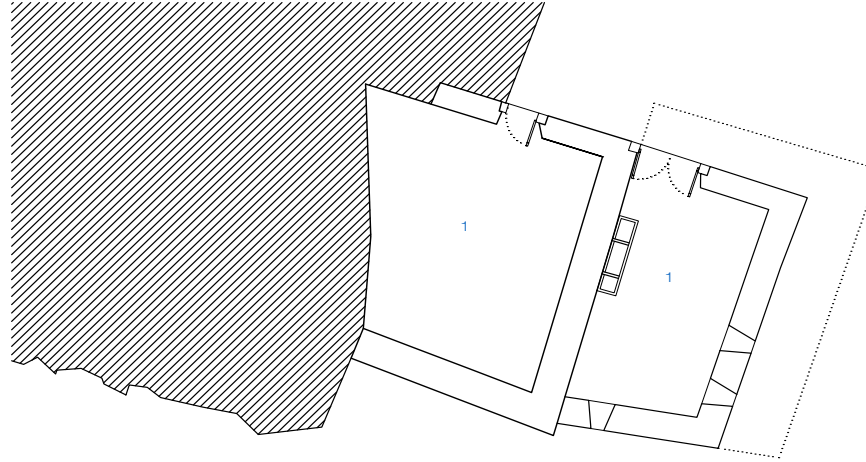
Desde la cocina, se accede al cuarto principal y desde este a la estancia para los hijos, que cuenta con acceso al gran corredor exterior. Este protege el alzado (Fig. 17) más expuesto de la casa del agua y los vientos así como beneficia la ventilación. La vivienda no cuenta con ningún medio de calefacción activa, basando su única aportación térmica en soluciones pasivas como el calor de la lareira o el que aportaban desde las cuadras de la planta inferior los animales. Sin lesiones de carácter grave, la vivienda se construye asentada a media ladera sobre la roca (Fig. 18), sus muros de setenta centímetros de espesor son de doble hoja de esquisto con relleno interior arcilloso, enfoscados al exterior con cal y arena de río, hoy en su mayoría deteriorado.

Las carpinterías y los suelos de las habitaciones son de madera de roble del lugar (Fig. 19), y la cubierta se realiza en chantos de pizarra de grandes dimensiones sobre el entramado de madera de roble, y protegido de la zona vividera por el colchón térmico que proporciona el “faiado” (Fig. 20) como se ve en la sección.

<sup>33</sup> Los propietarios y demás habitantes del lugar, afirman que la vivienda se encuentra dentro del conjunto originario del pueblo. Según el proyecto de Arkho, la fecha de fundación del pueblo es entorno a 1550 por la Orden de San Juan de Jerusalén. En la ficha catastral solo aparece la fecha de construcción de la última vivienda del conjunto de la propiedad, de 1960.

(próx pág)

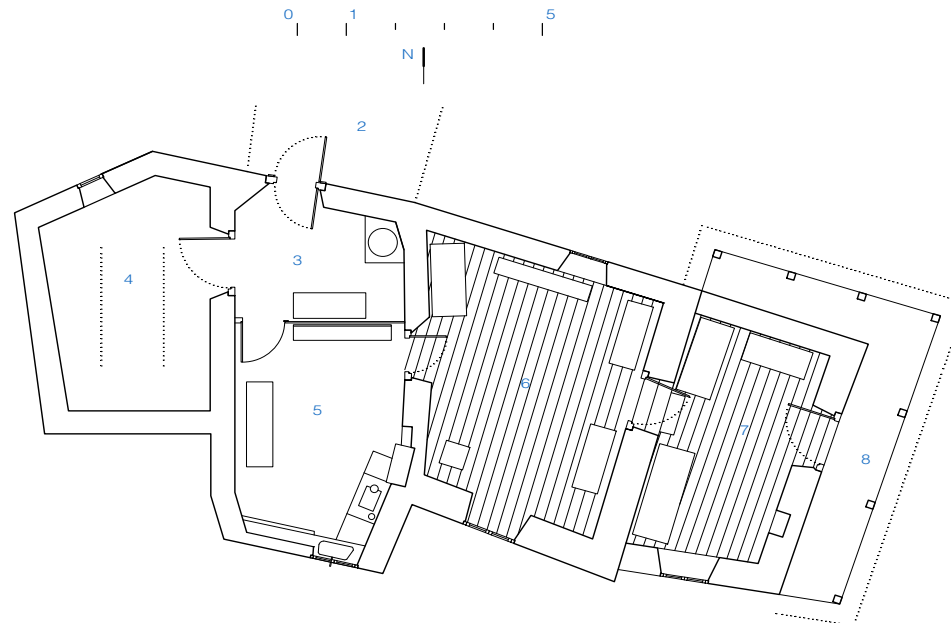
Fig. 16 Plantas vivienda A Ferrería, O Incio.  
Elaboración propia. 2015



SÓTANO

1. CUADRAS 2.ALMACENAJE LEÑA 3.ACCESO 4.HORNO 5.COCINA 6. CUARTO 7.CUARTO 8.CORREDOR

BAJA



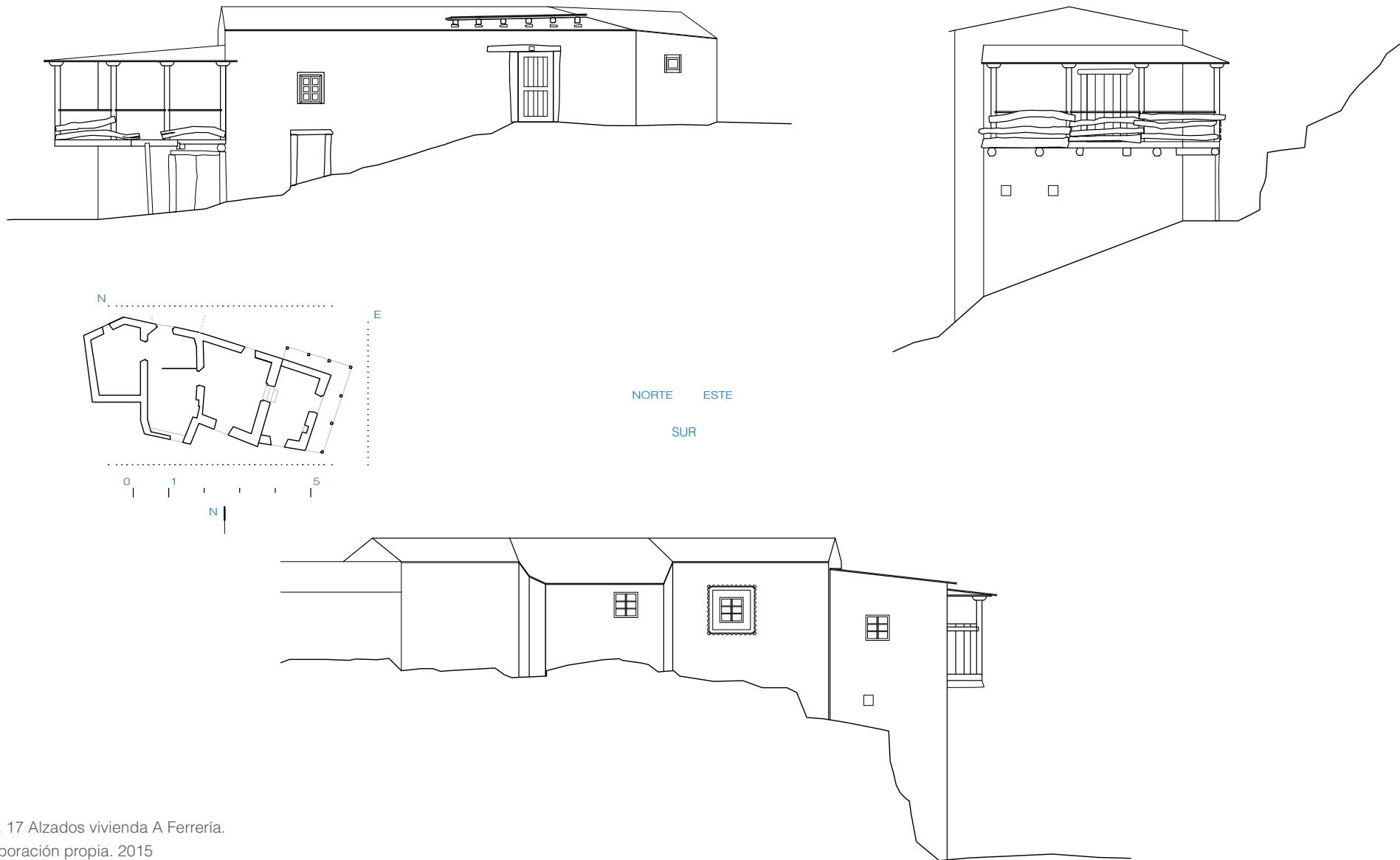


Fig. 17 Alzados vivienda A Ferrería.  
Elaboración propia. 2015

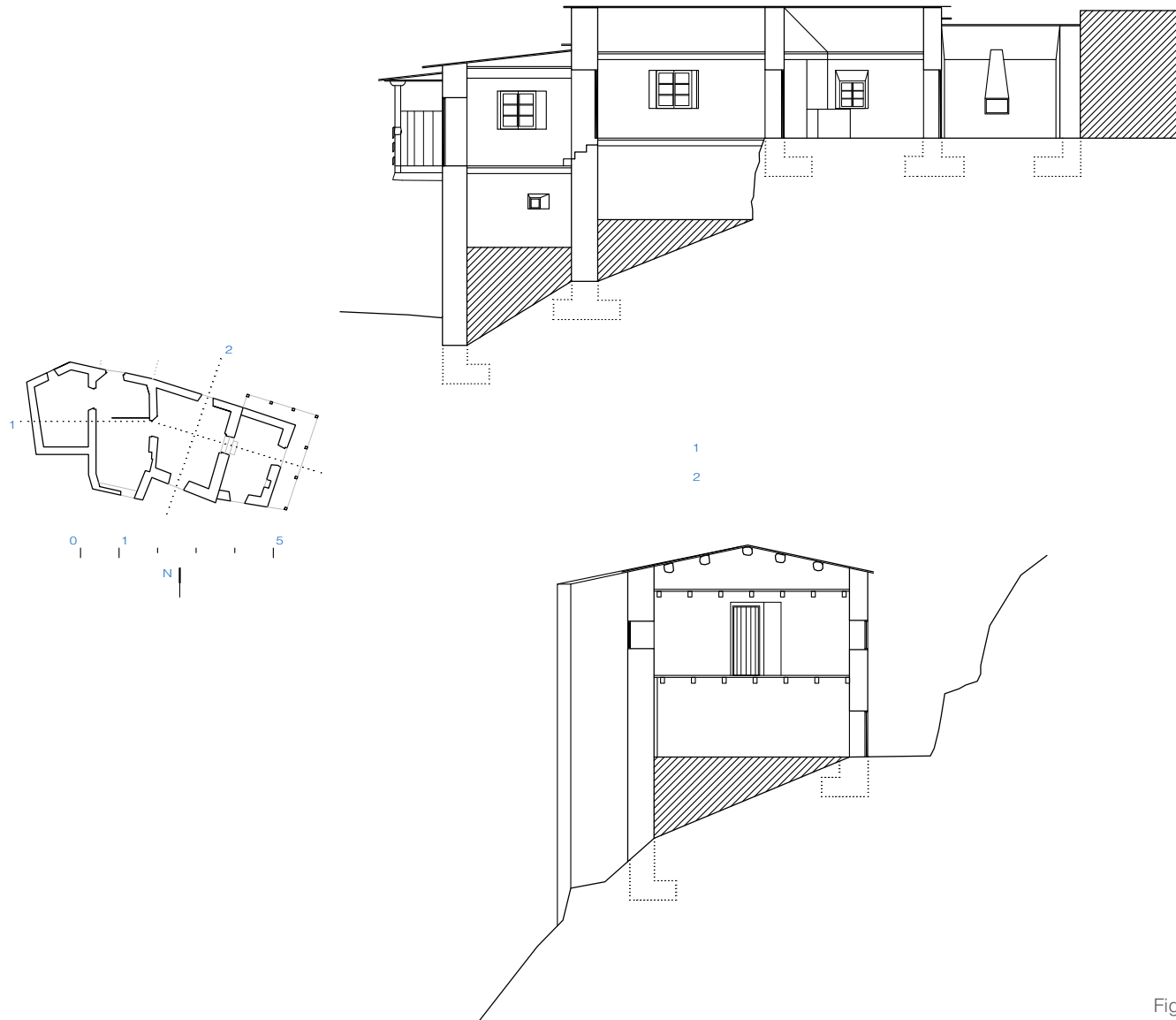


Fig. 18 Secciones vivienda A Ferrería.  
Elaboración propia. 2015





Fig. 19 Fotografía exterior vivienda A Ferrería con el conjunto al fondo.

Elaboración propia. 2015



Fig. 20 Fotografía interior vivienda A Ferrería, primer cuarto.  
Elaboración propia. 2015



Fig. 21  
Situación O Barqueiro, Mañón.  
Elaboración propia. 2015

La segunda vivienda a estudiar se sitúa en Porto do Barqueiro, parroquia de Santa María de Mogor, ayuntamiento de Mañón en la provincia de A Coruña ( $43^{\circ} 44' 16,90''$  N,  $7^{\circ} 17' 47,45''$  O ). (Fig.21) En este caso, la vivienda se localiza a nivel del mar, con un clima más suave en cuanto a temperaturas, aunque registra más días de lluvia, y gran exposición al viento durante los temporales. El medio se encuentra notablemente más modificado que en A Ferrería, pero conservando su morfología originaria de núcleo asentado en la ladera entorno al puerto, con éste como medio de vida. Las viviendas se encuentran muy modificadas en su conformación y construcción inicial tras rehabilitaciones actuales, siendo esta vivienda en su entorno más inmediato un caso singular inalterado del conjunto.

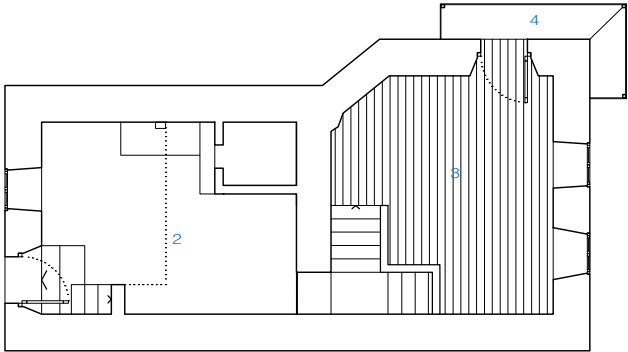
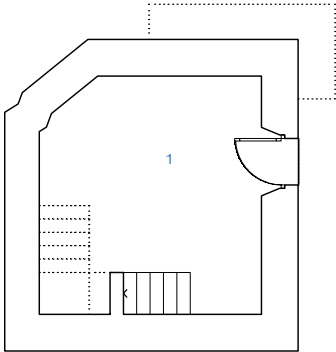
De planta rectangular, (Fig. 22) la vivienda se estructura en tres alturas y un bajo cubierta. En la planta baja se sitúa el acceso, como pequeña zona de trabajo y almacenaje. Subiendo a una cota intermedia del conjunto se localiza la cocina, adaptándose a la cota superior de la parcela y en la planta primera un estar dormitorio que cuenta con salida al destacado corredor exterior (Fig. 23). A media altura de esta primera planta ascendiendo desde la cocina encontramos otro pequeño cuarto sin aberturas al exterior y desde este, se accede al bajo cubierta como espacio de almacenaje y dormitorio ocasional.

En este caso, la vivienda que tampoco tiene medio alguno de calefacción, no cuenta con cuerdas, por lo que la única opción de aporte de calor es la cocina con su gran lareira (Fig. 24), situada en una posición tal que atraviesa la habitación principal superior, repartiendo el calor a ésta en un nuevo ejemplo de racionalidad y soluciones pasivas en la arquitectura popular. (Fig. 25)

Su estado general de conservación es deficiente (Fig. 26), asentada también sobre la roca, sobre la que apoyan sus muros portantes de doble hoja de esquisto tomadas con mortero de cal, formado con conchas y arena de playa y con relleno interior de arcilla. Los cerramientos verticales se encuentran en perfectas condiciones y las carpinterías de madera, en alguna ocasión carecen de algún vidrio o este está dañado, pero cuentan aun con la protección de las contras en todas ellas. Los forjados son de madera de roble así como el corredor, rehabilitado en una actuación posterior. Encontramos su mayor debilitación en cubierta con puntuales filtraciones de agua al interior y que causan pudrición y deterioro del propio entramado de cubierta así como de los forjados intermedios.

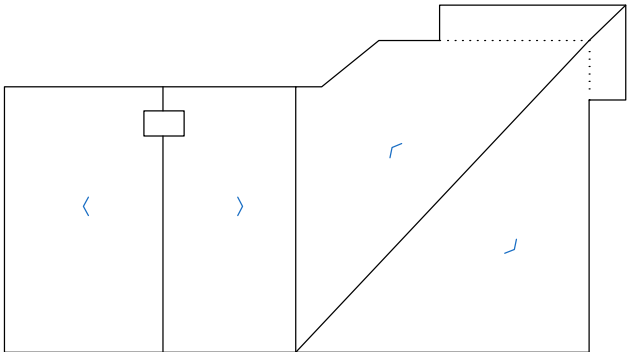
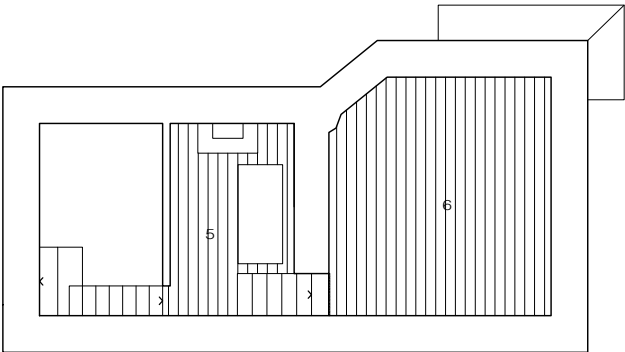
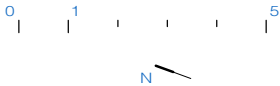
(próx pág)  
Fig. 22 Plantas vivienda O Barqueiro.  
Elaboración propia. 2015

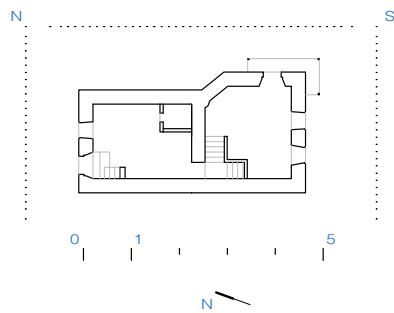




1.ACCESO 2.COCINA 3.ESTAR DORMITORIO 4.CORREDOR 5.DORMITORIO 6.FAIADO

BAJA PRIMERA  
BAJO CUBIERTA CUBIERTA





NORTE ESTE  
SUR

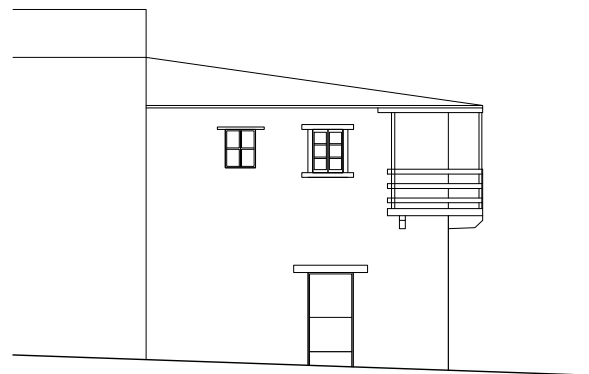
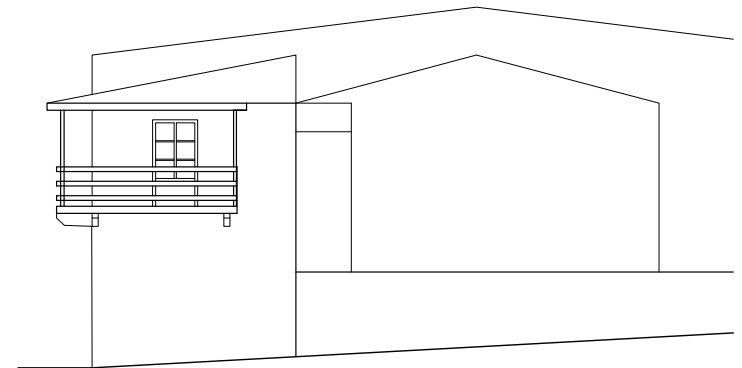


Fig. 23  
Alzados vivienda O Barqueiro.  
Elaboración propia. 2015

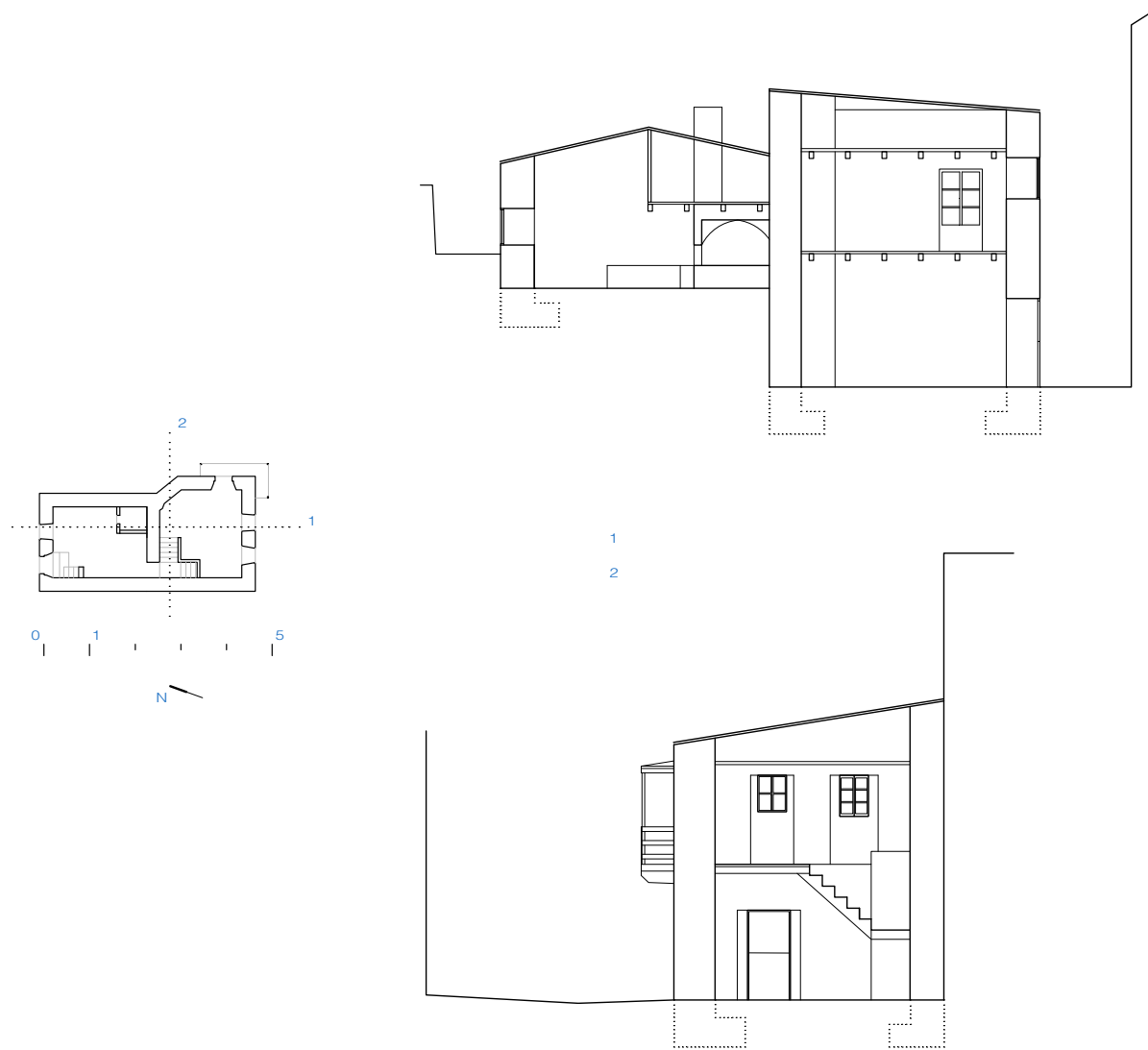


Fig. 24  
Alzados vivienda O Barqueiro.  
Elaboración propia. 2015



Fig. 25 Fotografía interior cocina vivienda O Barqueiro.  
Elaboración propia. 2015



Fig. 26 Fotografía exterior vivienda O Barqueiro.  
Luis Feduchi (Itinerarios de arquitectura popular española 2006),  
134. 1973

Fig. 27 Fotografía exterior vivienda O Barqueiro.  
Elaboración propia. 2015

“A lo largo de la Historia, la relación entre el clima y la arquitectura ha sido siempre íntima, estableciéndose una dependencia de los materiales, las técnicas, los sistemas constructivos y el diseño de edificios, con el clima de lugar”<sup>34</sup>

La información meteorológica se obtiene de la base de datos histórica del clima de Galicia<sup>35</sup>, tomando las estaciones meteorológicas más próximas a cada caso de estudio. Se toman los registros de temperatura y humedad media, máximas y mínimas así como, la velocidad del viento, rachas máximas y lluvia. Estos datos, registrados cada 10 minutos se seleccionan cada media hora para obtener la misma hora y frecuencia de medición que nuestras herramientas de campo. Los datos seleccionados se introducen en una hoja de cálculo que permite obtener una gráfica temporal de cada parámetro en los doce días de medición, así como valores máximos diarios o temporales en momentos destacados.

La estación meteorológica de Folgoso de O Courel (42° 35' 20" N, 7° 11' 40" O), se sitúa a una altitud de 777 metros frente a los 560 metros del núcleo de estudio y 11 kilómetros la separan en línea recta de la vivienda. Es necesario también tener en cuenta la protección del asentamiento de A Ferrería, ladera abajo de las montañas delimitantes, y destacar la propia situación de la vivienda excavada, apoyada y protegida por la roca y con abundante vegetación anexa en su orientación sur que protege la vivienda del viento y la incidencia solar en verano, mientras que la estación se sitúa desprotegida y en el alto de la montaña.

El clima en O Courel es adverso, con precipitaciones abundantes, de 911 l/m<sup>2</sup> cada año distribuidas irregularmente durante este y alcanzando los 102 días de lluvia, que en invierno esporádicamente son en forma de nieve<sup>36</sup>. La temperatura media es de 12,6° y oscila durante los doce meses 41°C, entre las máximas de hasta 37°C en verano a las mínimas que fácilmente se acercan a -4°C en invierno. Las heladas son habituales durante todo el año, si bien se consideran importantes durante 10 días al año.<sup>37</sup>

34 Javier Neila González, *Arquitectura Bioclimática En Un Entorno Sostenible*, Vol. 4 (Madrid: Munilla-Ileria, 2004), 13.

35 Meteogalicia, Xunta de Galicia. Consulta histórica de datos. <http://www2.meteogalicia.es/galego/observacion/estacions/estacionsHistorico.asp?Nest=10102&tiporede=automaticas&red=102&idprov=1>. Última visita 07/11/2015

36 Antonio Martínez Cortizas y Augusto Pérez Alberti, *Atlas Climático De Galicia* (Santiago de Compostela: Centro de Información e Tecnoloxía Ambiental, 1999), 207.

37 Meteogalicia, Xunta de Galicia. Consulta histórica de datos. <http://www2.meteogalicia.es/galego/observacion/estacions/resumostaboas.asp?Nest=10102&x=137&y=82&red=102&idprov=1#> Última visita 07/11/2015





Fig. 28 Palloza en O Cebreiro.  
Tono Arias.  
Fecha desconocida.

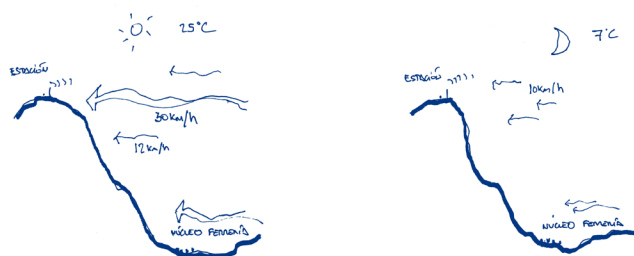


Fig. 29 Croquis estación Folgado do Courel  
Elaboración propia. 2015

Durante el periodo de medición en la estación de Folgado de O Courel, entre el día 29 de agosto y el 9 de septiembre, (Graf. 01) la temperatura es elevada durante el día con temperaturas máximas que alcanzan en alguna ocasión los 32,7°C y que habitualmente rondan los 25°C. Se experimentan fuertes bajadas por la noche hasta los 7,4°C, por lo que aun siendo la época menos dura del año, el salto térmico diario medio es muy elevado, entorno a 15°C.

Por otra parte, se obtienen unos valores muy altos de humedad en la estación<sup>38</sup>, como será habitual en todas las mediciones en ambos casos de estudio. En este caso, valores extremos del 90 al 100% de humedad durante la noche, con descensos en picos importantes durante el día entorno al 50% , justificados por la situación de la estación en el alto de la montaña expuesta a vientos, con la consiguiente aireación y soleamiento.

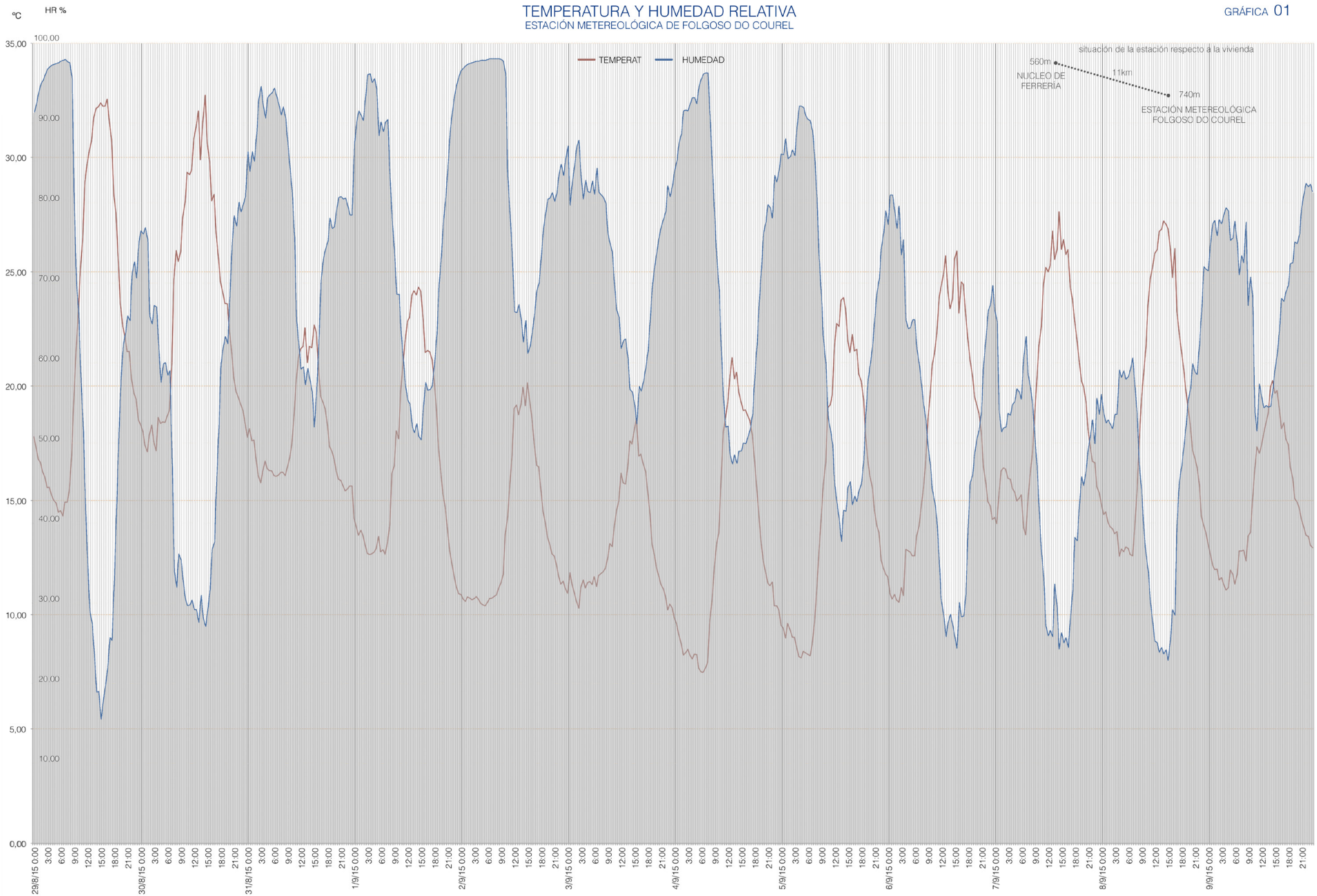
El incremento de temperatura genera disminución de la humedad relativa atendiendo al gráfico psicométrico, como se aprecia en el gráfico, donde los incrementos de temperatura coinciden con los descensos en la humedad relativa. Aquí es importante resaltar el concepto de presión de vapor, que llevaría a medir la humedad como la cantidad de agua por unidad de volumen.

(próx. pág)

Graf. 01 Temperatura y humedad estación Folgado.  
Elaboración propia. 2015

<sup>38</sup> Meteogalicia, Xunta de Galicia. Consulta histórica de datos. <http://www2.meteogalicia.es/galego/observacion/estacions/resumostaboas.asp?Nest=10102&x=137&y=82&red=102&idprov=1#>. Última visita: 10/11/2015





## CONTEXTO Y TOMA DE DATOS

Estaciones metereológicas

Como se referencia en la gráfica de viento (Graf. 02) de nuevo existen picos durante el día, de hasta 30km/h, siendo casi nulo o inapreciable por la noche. Los vientos predominantes en la estación son habitualmente de componente norte, de los días 1 al 7, existiendo también días de componente suroeste.

(próx pág)

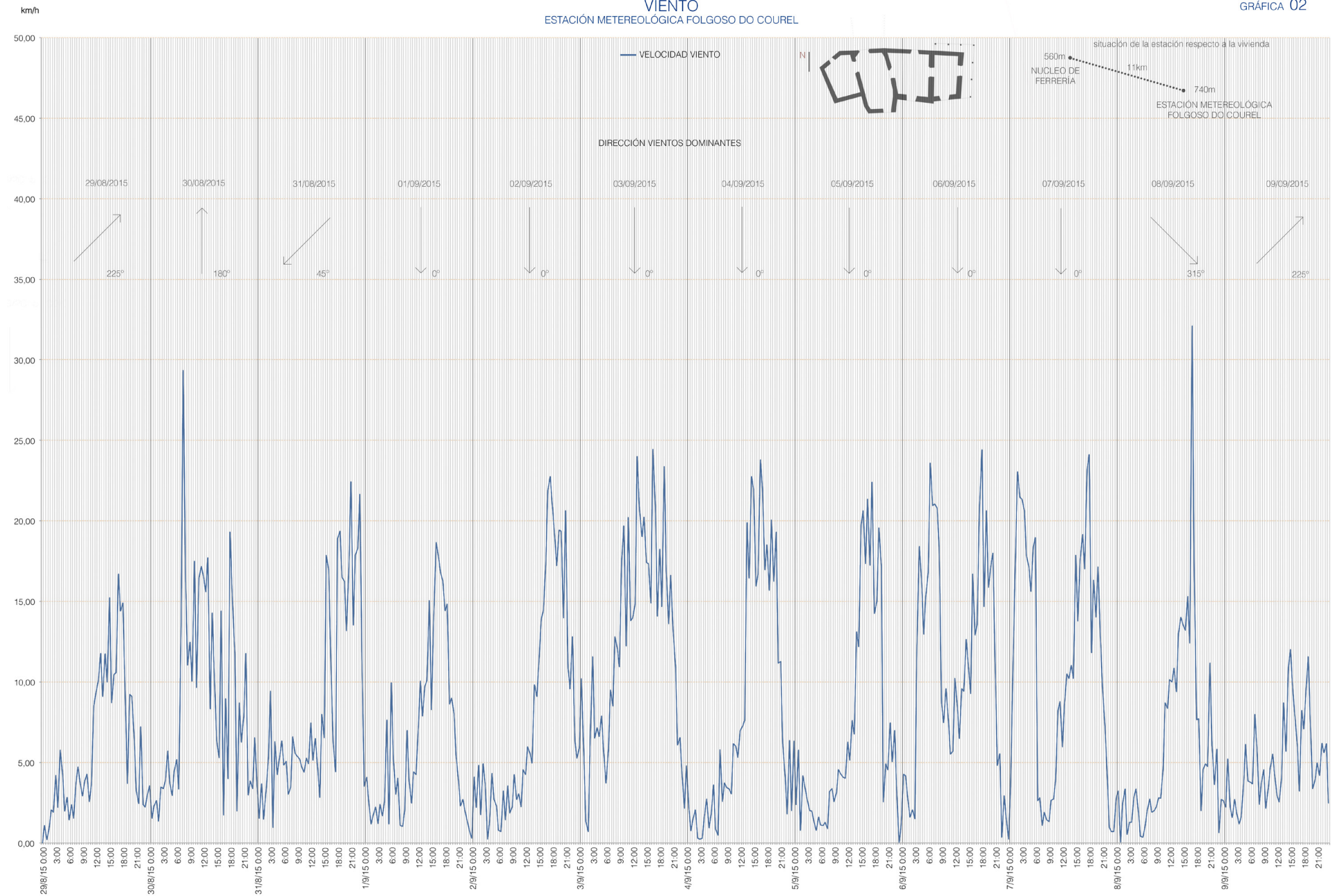
Graf. 02 Velocidad del viento estación Folgoso.

Elaboración propia. 2015

GRÁFICA 02

# VIENTO

## ESTACIÓN METEOROLÓGICA FOLGOSO DO COUREL



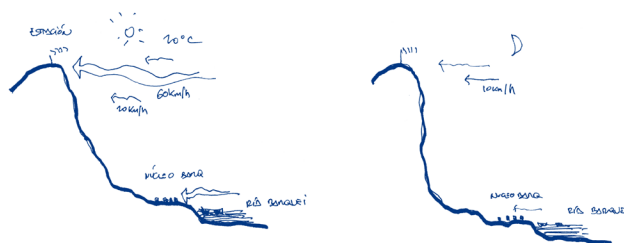


Fig. 30 Croquis estación O Barqueiro  
Elaboración propia. 2015

En el estudio de O Barqueiro, la estación meteorológica más cercana es la de Serra da Faladoira (43° 35' 05" N, 7° 47' 32" O ), a 576 metros de altitud frente a la cota de nivel del mar a la que se sitúa la vivienda, que comparando con los 210m de diferencia entre Folgoso y A Ferrería, resulta un valor en este caso sorprendentemente elevado. Se encuentra a 12 kilómetros en línea recta de la vivienda, que se sitúa cercana al puerto pero no en primera línea de edificación, así que cuenta con una primera protección de otras edificaciones a la fuerte entrada de temporales, sin embargo la estación en una zona montañosa, no está en una situación que se adapte a la de ningún núcleo de población del entorno.

La precipitación es mayor en Serra da Faladoira<sup>39</sup> alcanzando 1260,2 l/m2 cada año, con 155 días de lluvias. Sin embargo el clima es notoriamente más suave aquí respecto al primer caso, ya que la temperatura media es de 11,2°C y la oscilación está entre 27°C de máximas a mínimas de 0°C. Además no se registran heladas importantes excepto algún día puntual al año, si bien los momentos más duros se producen con la entrada de temporales de la costa.

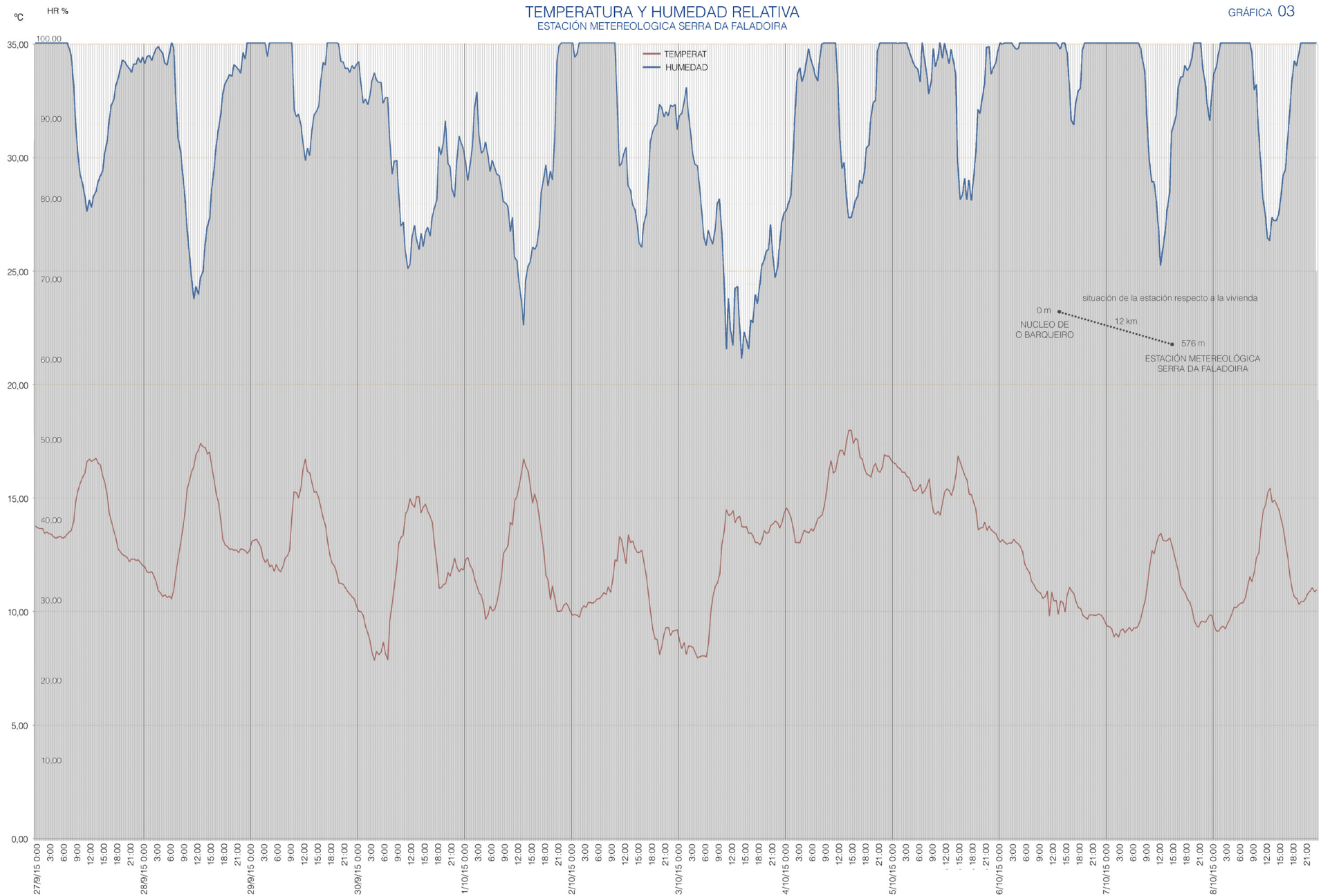
En los datos registrados en la estación de A Faladoira, (Graf. 03) la temperatura fue muy estable, comparándola con el primer caso, con máximas no mayores a 20°C y mínimas no inferiores a 10°C, diferencias medias de 8°C frente a los 15°C de O Incio. Los valores de humedad relativa se sitúan entre el 80 y el 100%, manteniéndose durante las noches fijos en el 100%, con descensos no muy marcados durante el día. Esto es debido a la situación de la estación a 500m de altura, expuesta además como primer obstáculo a la entrada de importantes temporales y vientos, con la sierra como primera barrera frente a estos.

En la gráfica existen variaciones de humedad que nada tienen que ver con los cambios de temperatura, es decir, que existen otros factores externos, como puede ser una importante aireación debida al viento que afecte a la humedad en este caso.

(próx pág)

Graf. 03 Temperatura y humedad relativa estación A Faladoira.  
Elaboración propia. 2015

<sup>39</sup> Meteogalicia, Xunta de Galicia. Consulta histórica de datos. <http://www2.meteogalicia.es/galego/observacion/estacions/resumostaboas.asp?Nest=10097&red=102&idprov=0> Última visita: 10/11/2015



En cuanto al viento<sup>40</sup>, (Graf. 04) es en la estación de A Faladoira muy superior al obtenido en Folgoso de O Courel. En ninguna ocasión la velocidad desciende de los 5km/h, siendo habitual una media entre 20 y 30 km/h, con rachas de hasta 60km/h y con fuertes picos durante el día, tendiendo a disminuir por la noche. El viento no muestra una dirección predominante durante el período de estudio como se muestra en la gráfica, siendo la direccionalidad usual la este-oeste.

En conclusión, comparando ambas estaciones, Folgoso do Courel cuenta con temperaturas más duras y extremas, frente a la estabilidad térmica de Serra da Faladoira. En cuanto a la humedad y el viento, en A Faladoira son considerablemente mayores, dada su posición como primer obstáculo a la entrada de frentes, y que en Folgoso por encontrarse ya protegida por la propia cadena montañosa, registra en ambos datos descensos en picos importantes respecto a la primera.

(próx pág)

Graf. 04 Velocidad del viento estación A Faladoira.

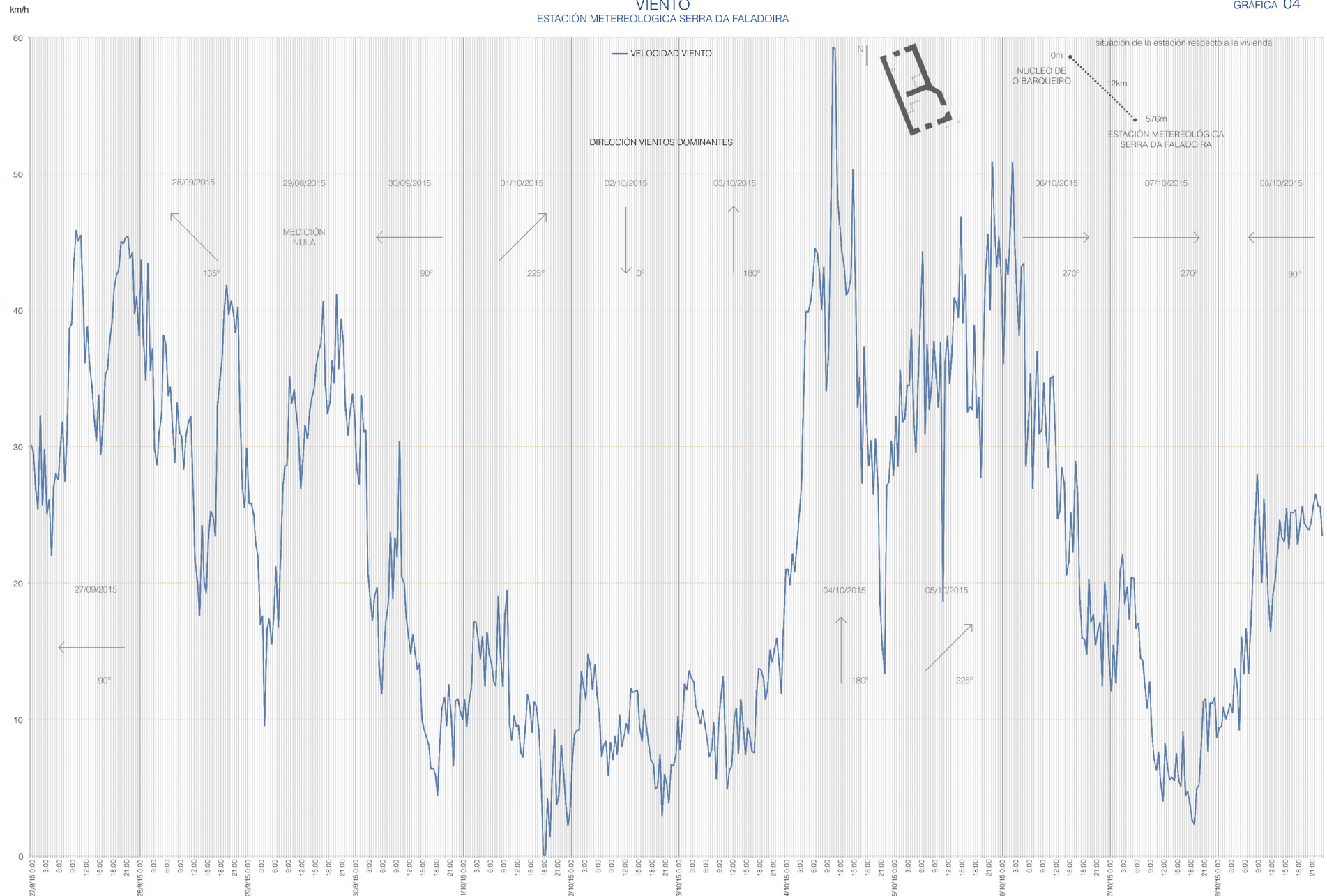
Elaboración propia. 2015

40 Meteogalicia, Xunta de Galicia. Consulta histórica de datos. <http://www2.meteogalicia.es/galego/observacion/estacions/resumostaboas.asp?Nest=10097&red=102&idprov=0> Última visita: 10/11/2015



## VIENTO

### ESTACIÓN METEOROLÓGICA SERRA DA FALADOIRA



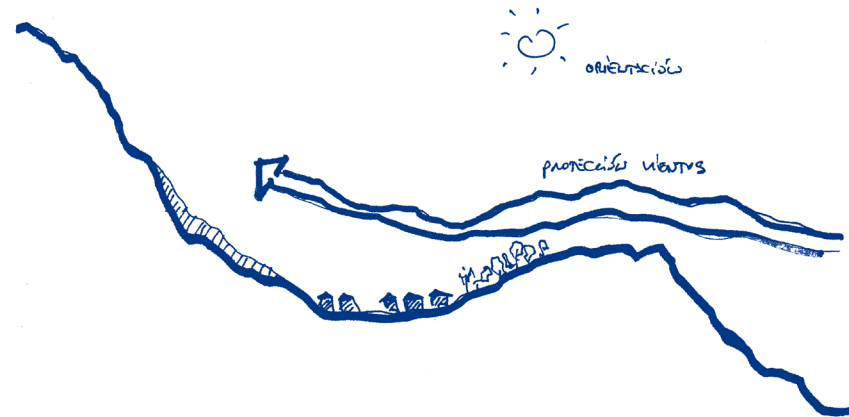


Fig. 31. Croquis de la situación adecuada de un núcleo de población.

Elaboración propia. 2015



## ANÁLISIS Y RESULTADOS

Estación metereológica y entorno vivienda

Comportamiento viviendas

Requerimientos CTE

A partir de los datos obtenidos tras las dos semanas de medición en ambas viviendas<sup>41</sup>, comenzamos el análisis unificando los valores, obtenidos cada media hora en el período. La hoja de cálculo informática nos permitirá calcular medias, valores máximos y mínimos y reflejar todo esto en gráficas que a partir de su estudio y comparativa revelarán ideas y conclusiones para trabajar.

Por no disponer de medios suficientes para la medición, las tomas en cada vivienda se harán en fechas no coincidentes, sin embargo no es un problema ya que no buscamos una respuesta de cada vivienda para compararlas, si no un comportamiento general en sus estrategias y técnicas que, dada su diferente situación geográfica y climática suponemos, y más tarde confirmamos, van a ser diferentes. Comparamos los datos del entorno inmediato de las viviendas con los de las estaciones más próximas.

La vivienda de O Incio respecto a su estación, (Graf. 05) muestra la importancia de la elección de asentamiento de un núcleo en base al clima, y la inteligencia que la arquitectura popular demostraba en ello. Las temperaturas en la estación son hasta 6°C más extremas tanto en máximas como mínimas en el período, además de experimentar una mayor inestabilidad en ellas, como se muestra en la gráfica con días de máximas y mínimas de 32°C y 14°C, respectivamente, u otros de 24°C y 14°C.

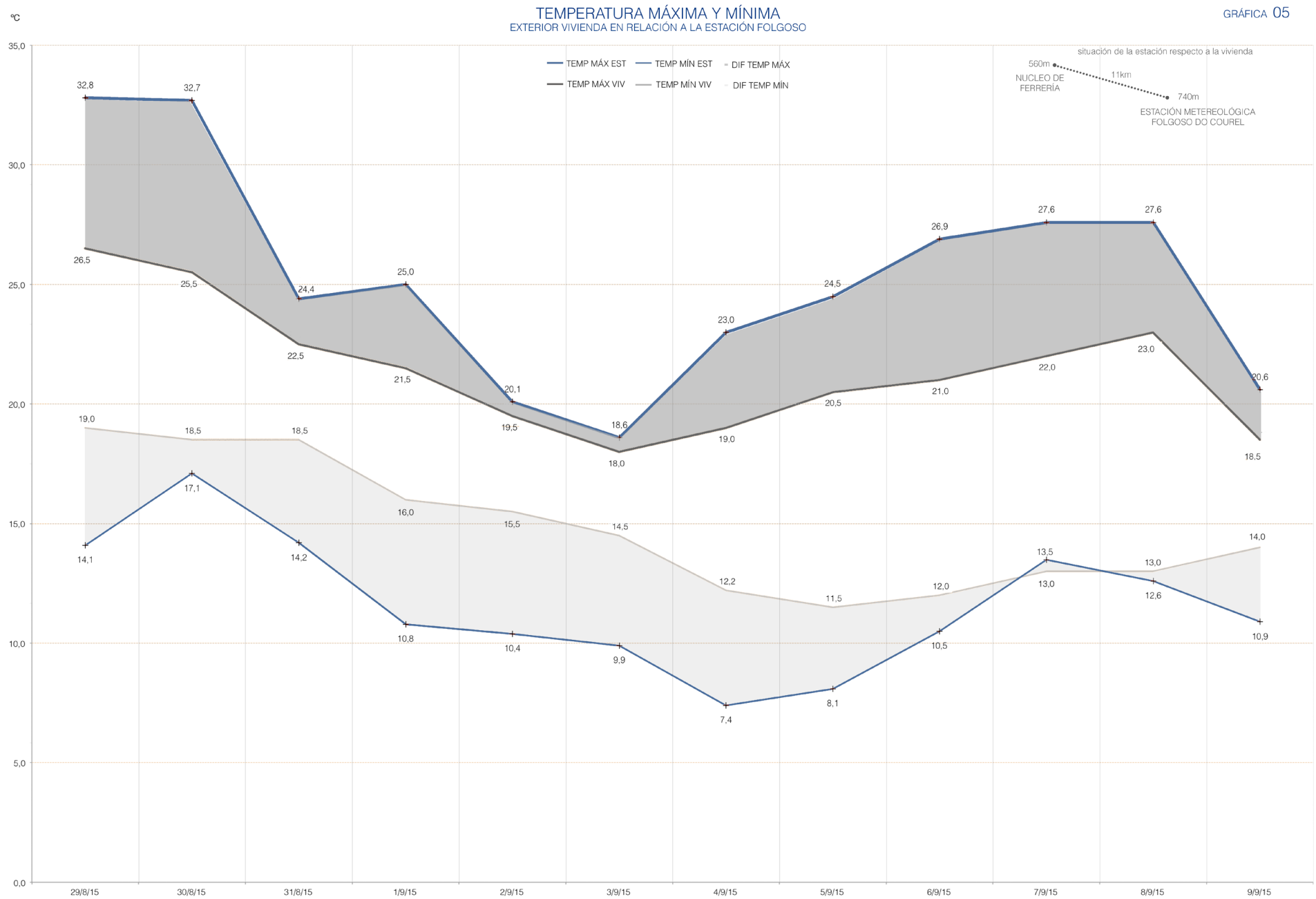
(próx pág)

Graf. 05 Temperatura máxima y mínima estación Folgoso y vivienda A Ferrería.

Elaboración propia. 2015

41 Todos los datos obtenidos en las dos viviendas de estudio son de elaboración propia, con el trabajo de campo correspondiente, como se explica en el apartado de metodología.

GRÁFICA 05





Los valores de humedad (Graf. 06), son en todos los casos altos. La situación de la vivienda de O Incio, al estar protegida, hace que los valores obtenidos en el entorno en cuanto a humedad relativa máxima sean sorprendentemente estables, entorno al 80%, debido a que los materiales naturales del entorno, como la piedra, madera o la propia tierra impiden o dificultan que llegado a una determinada humedad, esta siga subiendo. Por el contrario, la humedad en la estación de Folgoso alcanza valores máximos más variables, por su situación más expuesta a cualquier cambio meteorológico, nubes bajas, soleamiento o aireación debida a los vientos.

Las mínimas, con valores irregulares, son más elevadas en el entorno de la vivienda, precisamente debido a la menor exposición a los vientos y menor aireación, así como a la presencia de vegetación periférica que mantiene un valor de humedad estable, y además acusada también por la cercanía del pequeño río del pueblo.

Fig. 32 Croquis en sección situación O Incio.

Elaboración propia. 2015

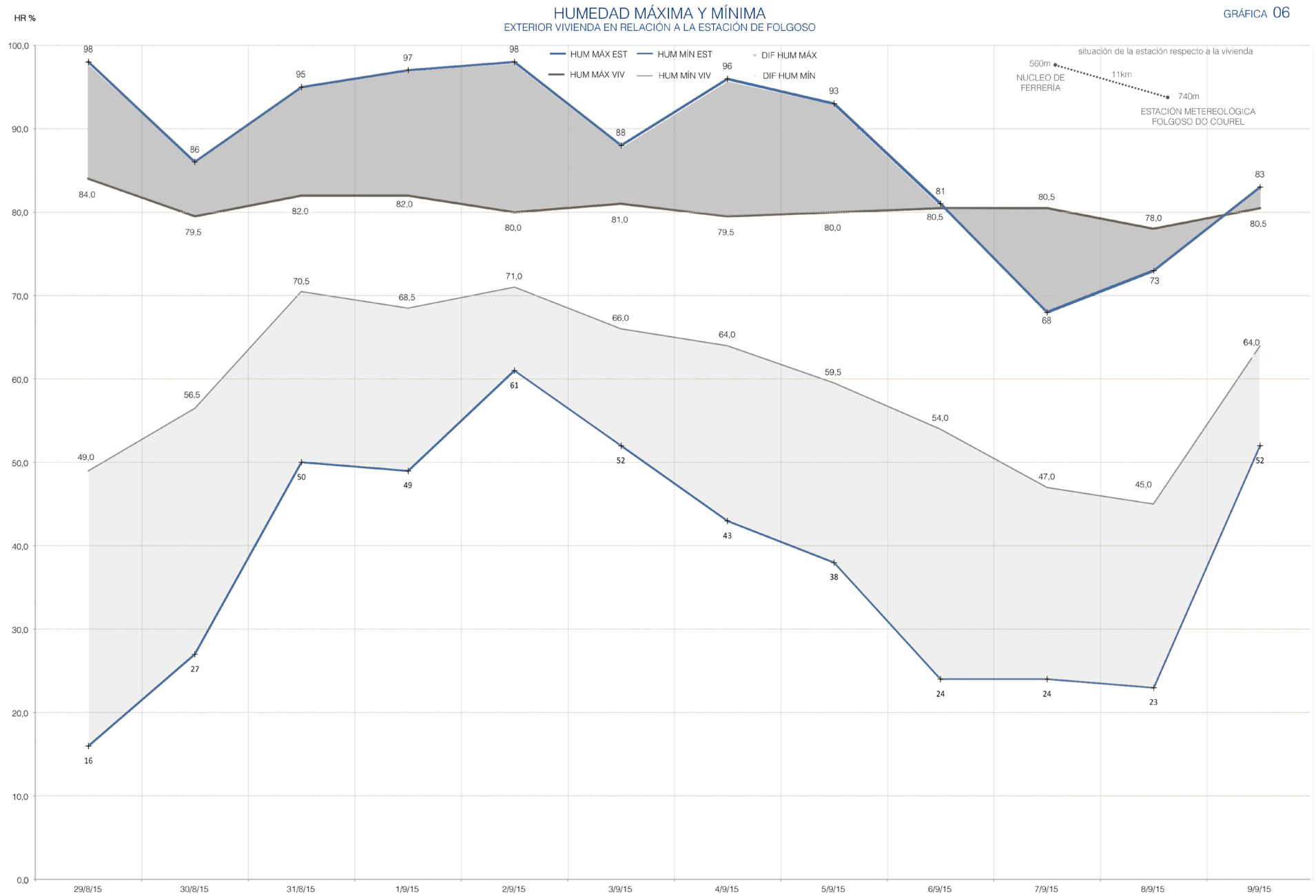
(próx pág)

Graf. 06 Humedad máxima y mínima estación Folgoso y vivienda

A Ferrería.

Elaboración propia. 2015

GRÁFICA 06



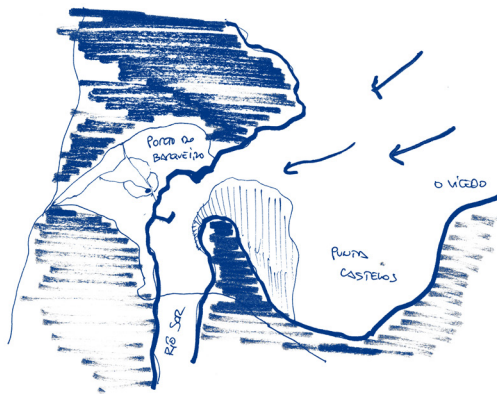


Fig. 33 Croquis situación Porto do Barqueiro  
Elaboración propia. 2015

Para la comparativa entre el núcleo de O Barqueiro y la estación de A Faladoira, (Graf. 07) las temperaturas de nuevo demuestran la incoherencia en la posición de las estaciones meteorológicas respecto a los núcleos cercanos, poco parecidas a éstos.

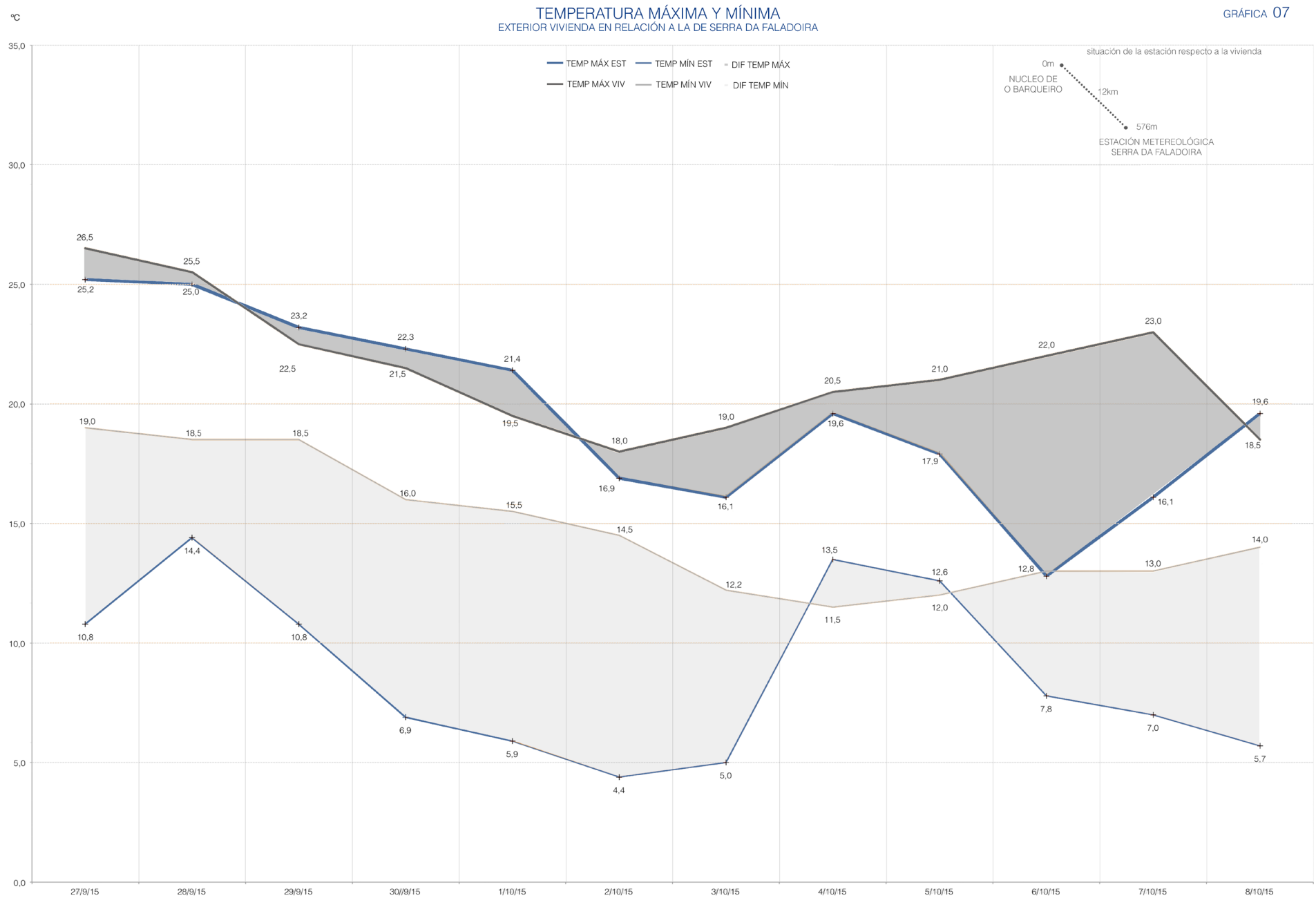
En este caso el lugar de asentamiento lo determinará la posición del puerto, que sin embargo buscará un lugar de protección y abrigo. Resultan valores mucho más próximos entre máximas y mínimas en la vivienda que en la estación, lo que implica una estabilidad térmica esencial en el planteamiento energético.

Los datos son mucho más homogéneos en los diferentes días que en el emplazamiento anteriores, con un acompañamiento entre datos claro aquí, por la situación local del entorno mucho más beneficiosa.

(próx pág)

Graf. 07 Temperatura máxima y mínima estación A Faladoira y vivienda O Barqueiro.

Elaboración propia. 2015



## ANÁLISIS Y RESULTADOS

Estación metereológica y entorno vivienda

Las humedades máximas son altas en la estación de Serra de Faladoira (Graf. 08), por su posición elevada. En la vivienda, distanciada de la estación 12 km y con 576m de altitud de diferencia, los valores de humedad son también elevados justificado aquí por la cercanía al puerto, pero aun así más estables en el entorno de la vivienda. La proximidad entre máximas y mínimas en el entorno destacan frente a los cambios que experimenta la estación, debido de nuevo, a su situación expuesta a vientos y nieblas y poco comparable en ambos casos al núcleo habitado.

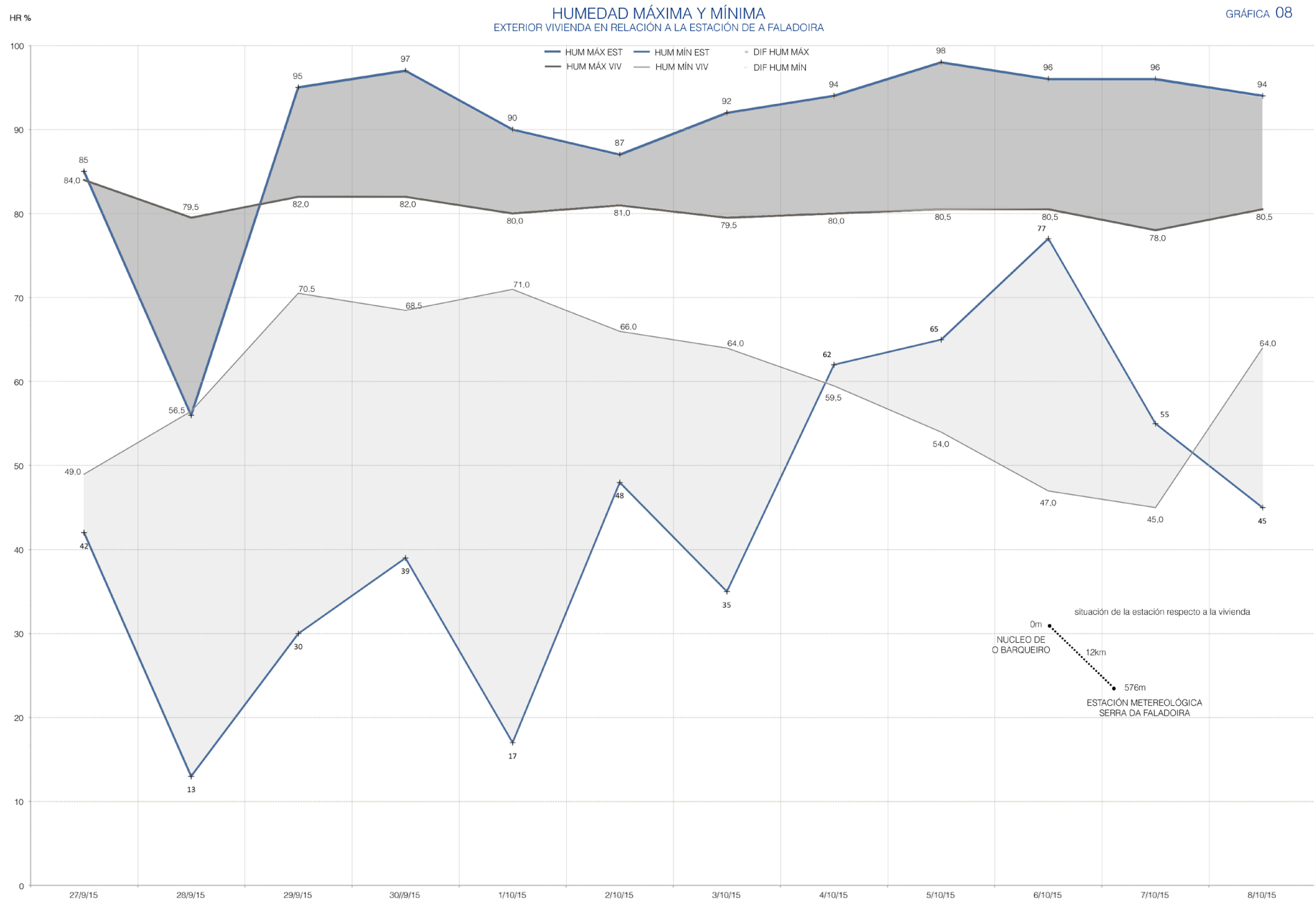
(próx pág)

Graf. 08 Humedad máxima y mínima estación A Faladoira y vivienda O Barqueiro.

Elaboración propia. 2015



GRÁFICA 08



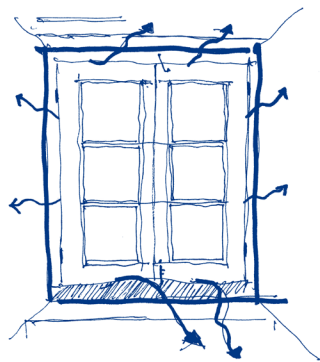


Fig. 34 Croquis carpintería. Falta de hermetismo.  
Elaboración propia. 2015

En los doce días de estudio en A Ferrería, en el primer punto de medición, el acceso a la vivienda de orientación norte, (Graf. 09) las temperaturas exterior e interior reflejan un gran salto térmico. Durante la noche con valores de entre 2° y 5°C mayores en la vivienda desde las 00.00 hasta las 12.00 donde de nuevo se igualan. Durante el día, las diferencias habituales son de 2 o 3 grados mayores en el exterior. La vivienda cumple en su finalidad principal de refugio, frente a la climatología claramente dura y adversa del núcleo de población.

Existe una relación clara entre la disminución de la diferencia de temperatura entre exterior e interior cuando el viento aumenta, mientras que en días de menor viento la distancia en la gráfica de temperatura aumenta. Esto lleva a pensar en una falta de hermetismo en la vivienda. Por otra parte, fijándonos en los valores máximos o mínimos exterior e interior, vemos que ambos están temporalmente muy próximos, es decir, que como muestran las líneas verticales de las gráficas estos picos están prácticamente en la misma vertical, lo que indica que la inercia térmica es baja, o al menos, su efecto no es percibido por esta posible falta de hermetismo.

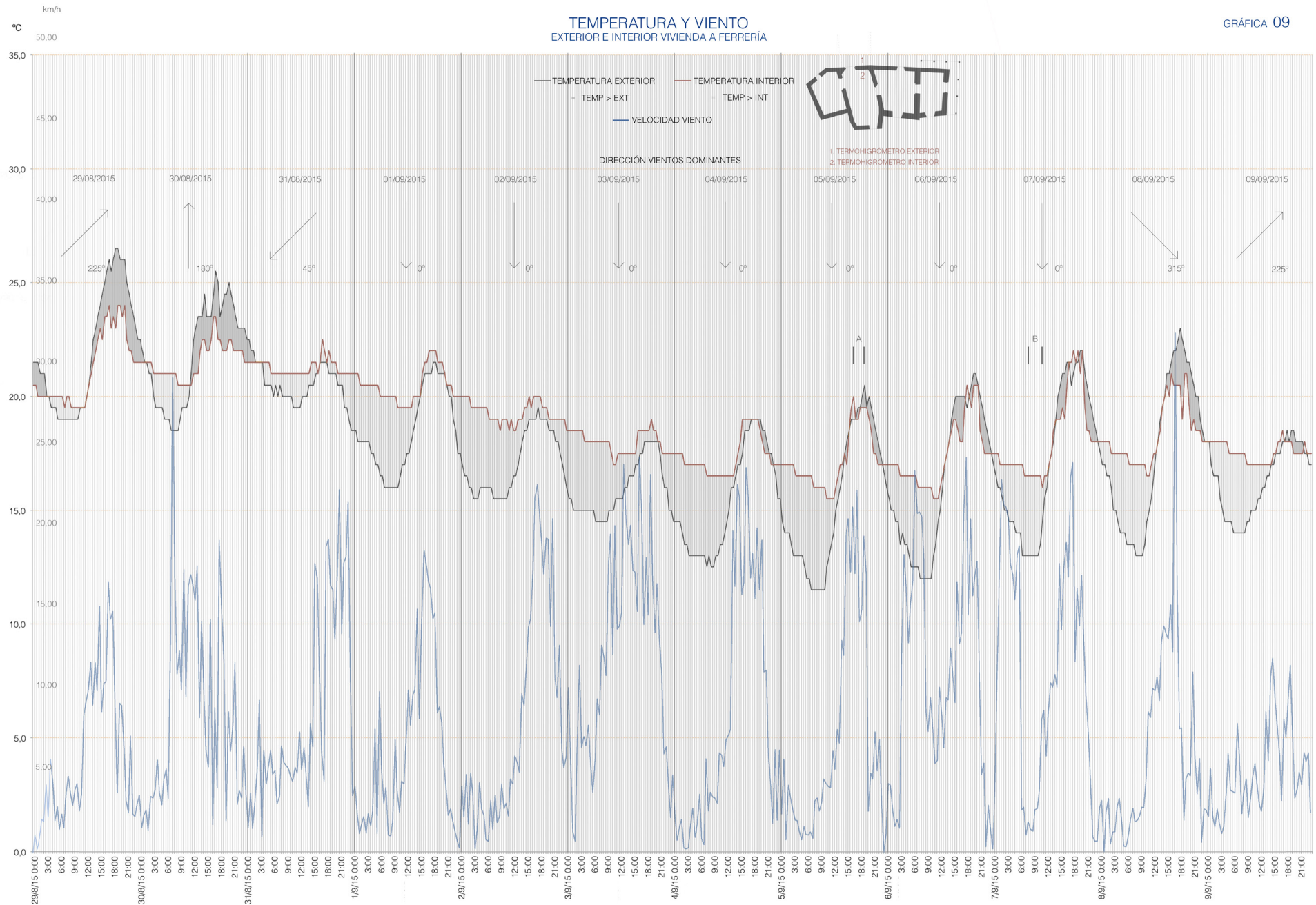
La falta de hermetismo proviene de las propias carpinterías, por esto los huecos se realizan lo más pequeños posible en estas arquitecturas, o son inexistentes en los muros con las orientaciones más desfavorables, convirtiéndose la cubierta en el gran intercambiador térmico de la vivienda, aún en este caso contando con el espacio colchón del “faiado”.

A pesar de todo, durante seis días de la medición de temperaturas, desde el día 31 de agosto al 5 de septiembre, la temperatura es siempre mayor al interior que al exterior, es decir, que cuando cae la temperatura bruscamente por factores climatológicos, la vivienda responde bien como acumulador de calor, actuando la inercia térmica positivamente, como se refleja en el sombreado de la gráfica durante la noche, o en el punto B indicando la distancia entre los valores mínimos exterior e interior, como “decalaje” o valor temporal de la inercia térmica, de unas tres horas.

Por lo tanto apreciamos la existencia de inercia térmica, que en estudios temporales cortos es mínimamente apreciables por la falta de hermetismo, pero que existe como demuestra la visión más general de los valores de temperaturas a la baja.

(próx pág)

Graf. 09 Temperatura exterior e interior vivienda A Ferrería y viento. Punto medición 01.  
Elaboración propia. 2015

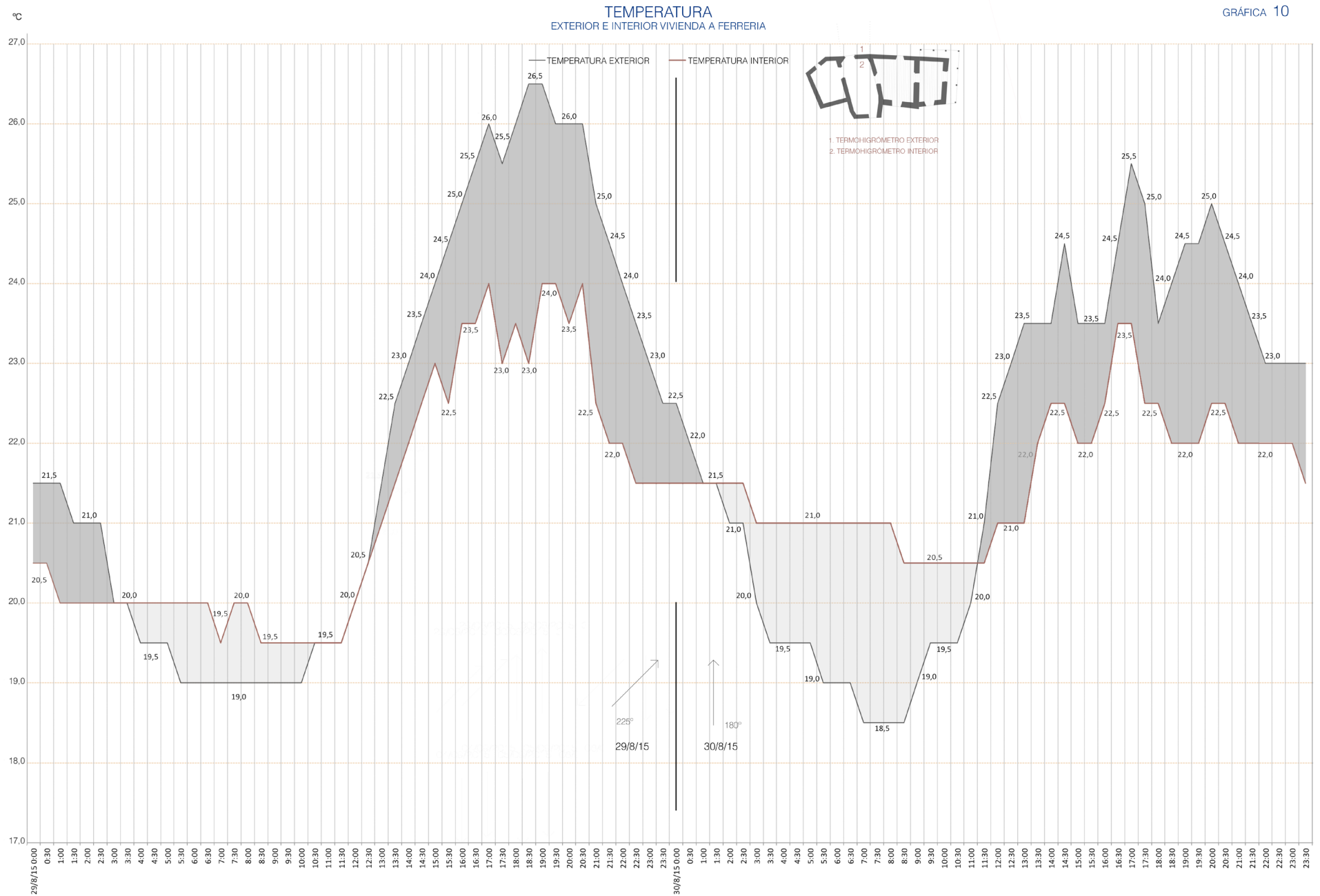


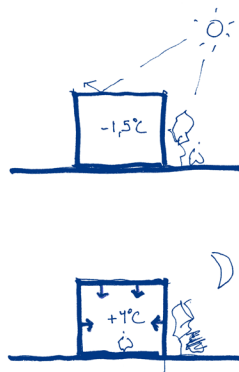
Por otra parte, tomando la gráfica cada media hora en dos días (Graf. 10), se aprecia que en los valores mínimos de temperatura, 18 o 19°C, el registro exterior e interior se aproximan, manteniéndose una estabilidad entre ellas. En cuanto a las máximas la situación es semejante, alcanzando valores altos, de 26°C al exterior que se mantienen más estables al interior sobre 23°C dada la masividad del cerramiento. Podemos concluir entonces que el cerramiento aporta cierto aislamiento térmico y estabiliza la temperatura interior en el intervalo de 20° y 23°C. Pero la inercia térmica que aporta el cerramiento, comparando en la gráfica la distancia temporal entre picos es baja, ya que la respuesta es casi inmediata a los cambios exteriores con una hora de diferencia.

(próx pág)

Graf. 10 Temperatura exterior e interior vivienda A Ferrería días 29 y 30 de Agosto. Punto medición 01.

Elaboración propia. 2015





La gráfica de diferencias absolutas (Graf. 11), indica que las mayores diferencias se registran por la noche, es decir que vivienda funciona mejor ante las temperaturas exteriores bajas. La diferencia absoluta entre exterior e interior en grados/hora durante los doce días, varía sustancialmente en los dos puntos de medida dentro de la vivienda, siendo en el acceso a la vivienda un total de diferencia absoluta de 1003 °C de media en el período 3,5°C/h mientras que en el corredor asciende el absoluto a 1931°C, es decir una media de 6,7°C/h en el período. Esta diferencia tan elevada se debe a la exposición, a soleamiento y vientos, en el punto del corredor de orientación oeste.

Tomando como referencia de confort interior 21°C, el desfase interior en el período alcanza 1943°C de diferencia negativa, que deberían ser aportados por sistemas activos de calefacción. La demanda principal en Galicia será de calefacción, si bien las diferencias entre unas zonas y otras de la comunidad son importantes como se verá en la otra vivienda de estudio.

Fig. 35 Croquis relación temperatura día/noche vivienda A Ferrería.  
Elaboración propia. 2015

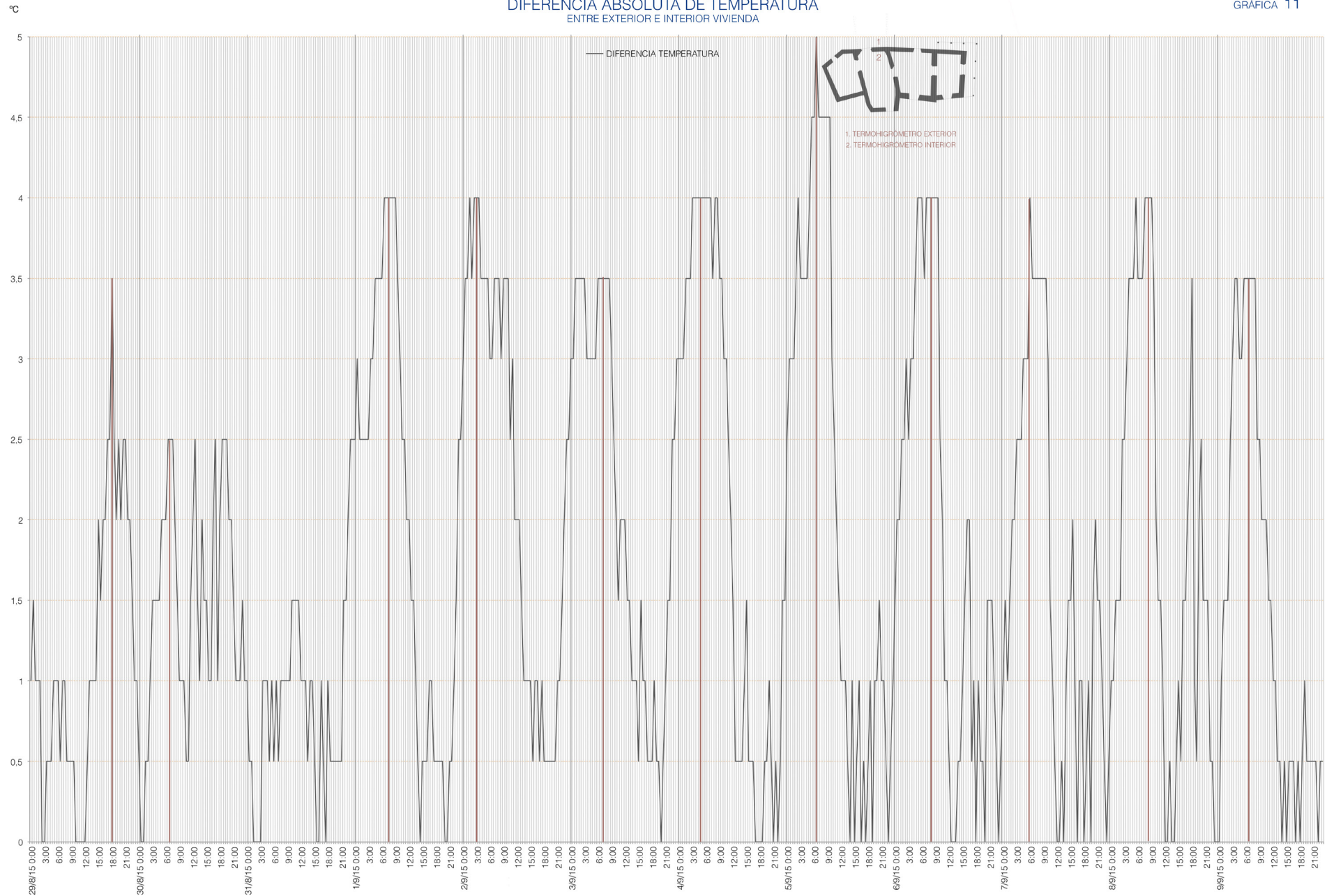
(próx pág)

Graf. 11 Diferencia de temperatura absoluta entre exterior e interior, Ferrerí durante los 12 días. Punto medición 01.  
Elaboración propia. 2015



DIFERENCIA ABSOLUTA DE TEMPERATURA  
ENTRE EXTERIOR E INTERIOR VIVIENDA

GRÁFICA 11



En el segundo punto de medición de la vivienda (Graf. 12), el corredor suroeste, los resultados son semejantes exceptuando los mayores saltos térmicos entre entorno y esta orientación de la vivienda, debido a su exposición al asoleo. Ésta exposición hace que los valores reflejados de inercia térmica se vean aumentados como se ve en los puntos A, en relación a los picos de mínimos, con un decalaje importante de cuatro horas, o en el punto B, donde la temperatura interior tarda unas 3 horas en responder a la subida exterior.

En este aspecto, es necesario resaltar que actualmente en el cálculo y cumplimiento de los valores de limitación del consumo energético, impuestos por la norma, utilizamos como criterio la medida en superficie frente a la postura tradicional de trabajar sobre cuantificaciones volumétricas, cuando térmicamente el metro cúbico incorpora la altura de cada espacio. Una de las causas es la sustitución de la construcción masiva por la construcción actual, más preocupada por crecer en altura y construir de forma ligera en diferentes capas que aporten cada una distintos requerimientos, como la impermeabilidad o el aislamiento.

Por ello, en la arquitectura popular, el mayor volumen de material en el cerramiento significaba obtener mayor inercia, que si además el espacio habitable era de escasas dimensiones, cumplía los requerimientos térmicos ampliamente. Sería por lo tanto contraproducente en esta arquitectura, encontrarnos con un espacio de volumen elevado, bajo volumen de material e índice de huecos altos. Era necesario establecer un criterio entre el volumen en metros cúbicos de espacio, metros cúbicos de material de cerramiento y un tanto por ciento equivalente de huecos, que estableciera un equilibrio.

Para las viviendas seleccionadas, calculamos este criterio en el espacio habitable calefactado más importante, la cocina, que para el caso de A Ferrería, su volumen útil es de  $30,25\text{m}^3$ , que sumados al espacio de acceso anexo a ésta de  $21,89\text{m}^3$  y al faiado superior, de  $10,00\text{m}^3$ , resulta un volumen total a tratar en la cocina de  $62,14\text{m}^3$ , frente a los  $23,07\text{m}^3$  de material. Por lo tanto, el material equivale al 37% del espacio.

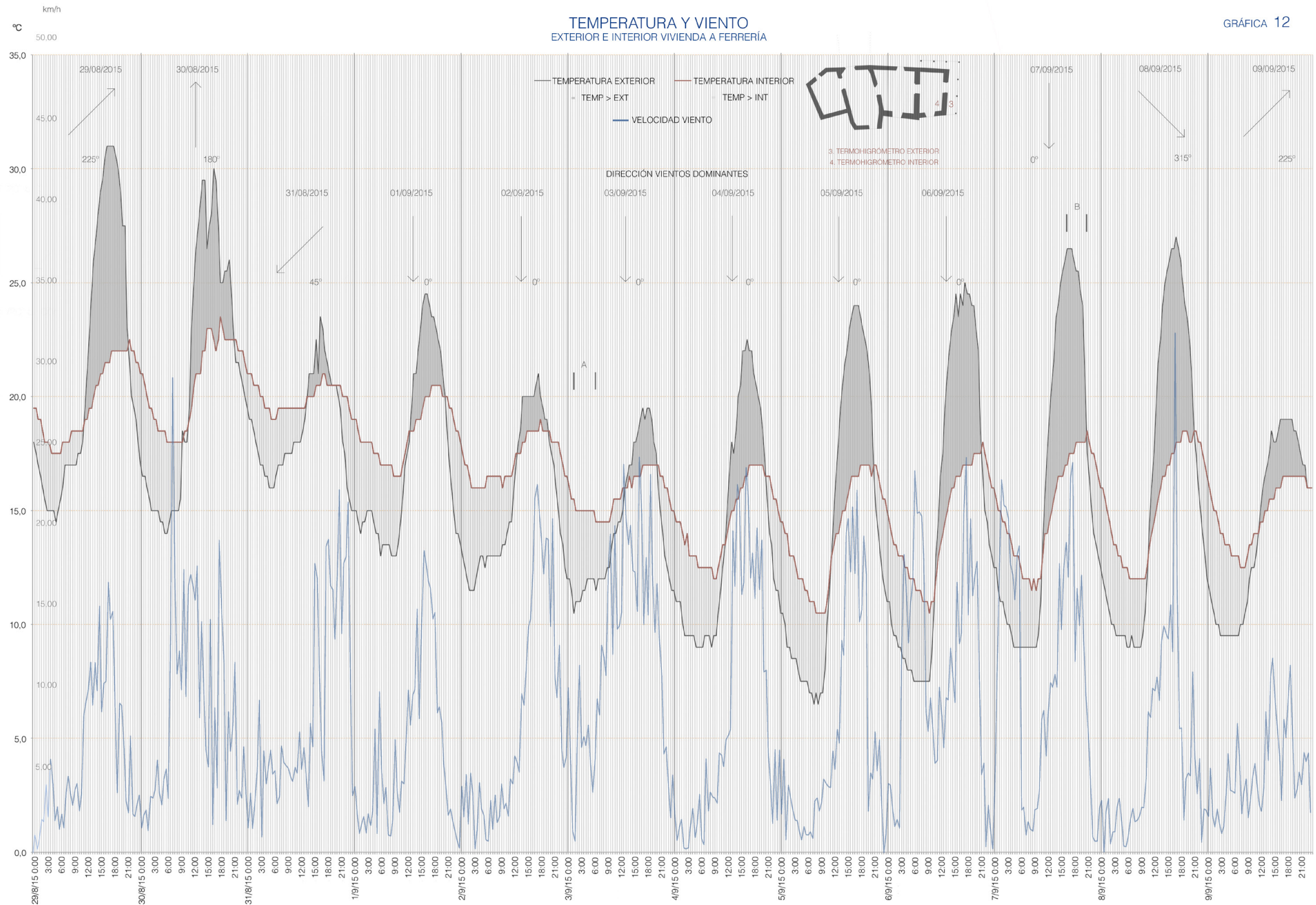
En O Barqueiro el volumen útil es menor, de  $44,94\text{m}^3$ , mientras que el volumen de material es superior, dada la doble altura de la cocina, y alcanza los  $23,73\text{m}^3$ , resultando un 52% del espacio el equivalente en material, contando previsiblemente con una mayor importancia de la inercia térmica.

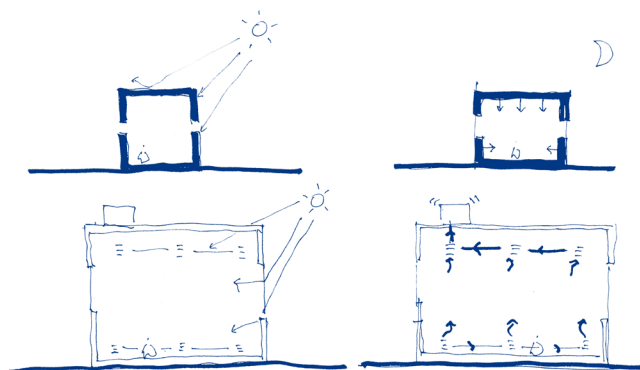
(próx pág)

Graf. 12 Temperatura exterior e interior vivienda A Ferrería y viento. Punto medición 02.

Elaboración propia. 2015

GRÁFICA 12





En consecuencia, ampliando la gráfica en dos días (Graf. 13) demuestra un mayor salto térmico entre el exterior e interior, de entre 3 y 4°C durante la noche y hasta 9°C durante el día con el correspondiente decalaje de la inercia, lo que justifica la aparición y afirma el buen funcionamiento del corredor en esta orientación.

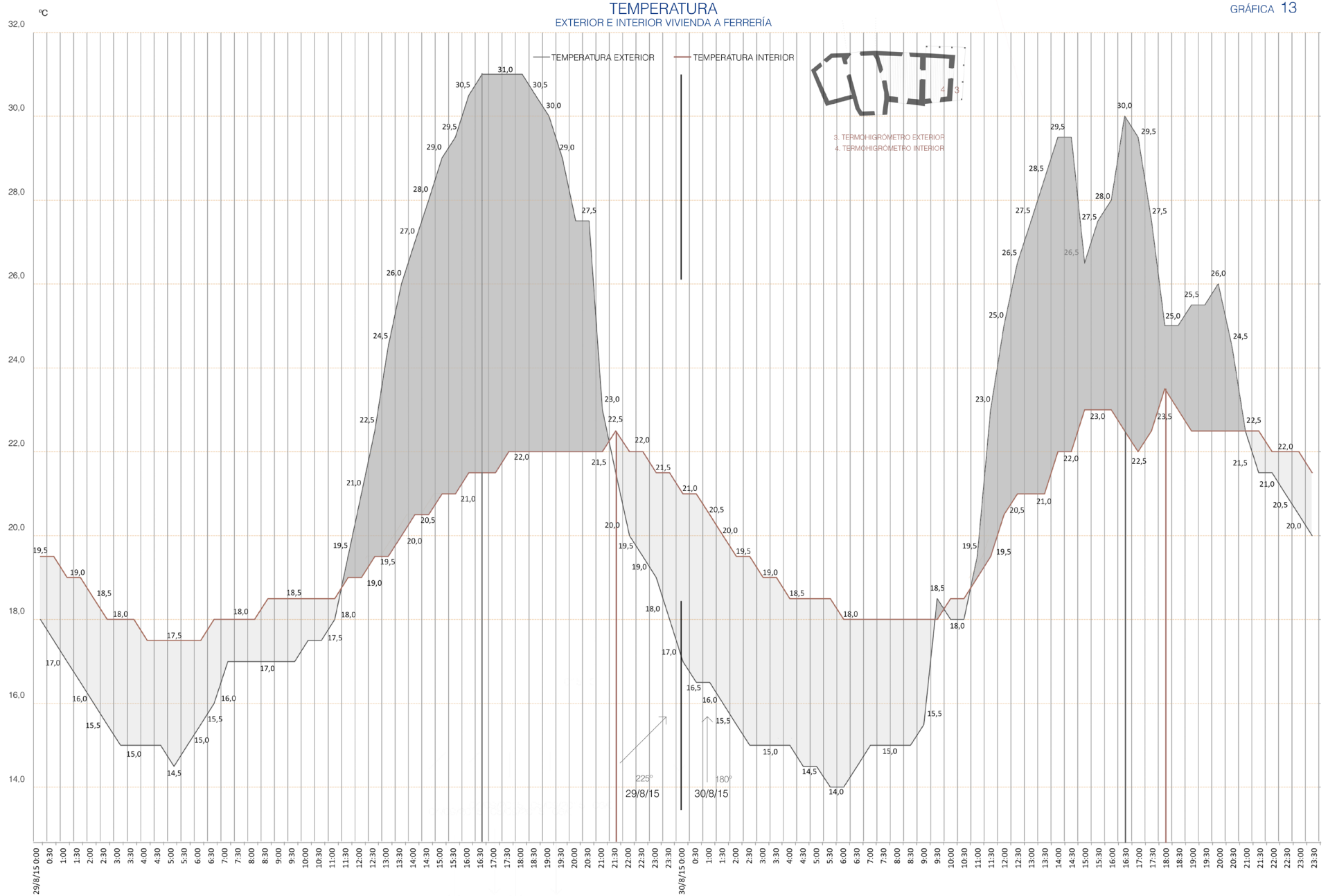
El corredor actúa como transición exterior-interior, con su orientación sur, facilita la ventilación cruzada por la cocina y funciona eficientemente como protección contra el asoleo y las lluvias.

Fig. 36 Croquis relación temperatura día/noche. Inercia/ no inercia.  
Elaboración propia. 2015

(próx pág)

Graf. 13 Temperatura exterior e interior vivienda A Ferrería días 29 y 30 de Agosto. Punto medición 02.

Elaboración propia. 2015



## ANÁLISIS Y RESULTADOS

### Comportamiento viviendas

Los valores de diferencias absolutas máximas como se ve en la gráfica (Gráf. 14), son más altos durante el día debido a que la actuación del corredor es más importante cuando el asoleo es máximo, que para esta orientación, se produce entre las 16:00 y las 18:00, y los vientos son mayores también.

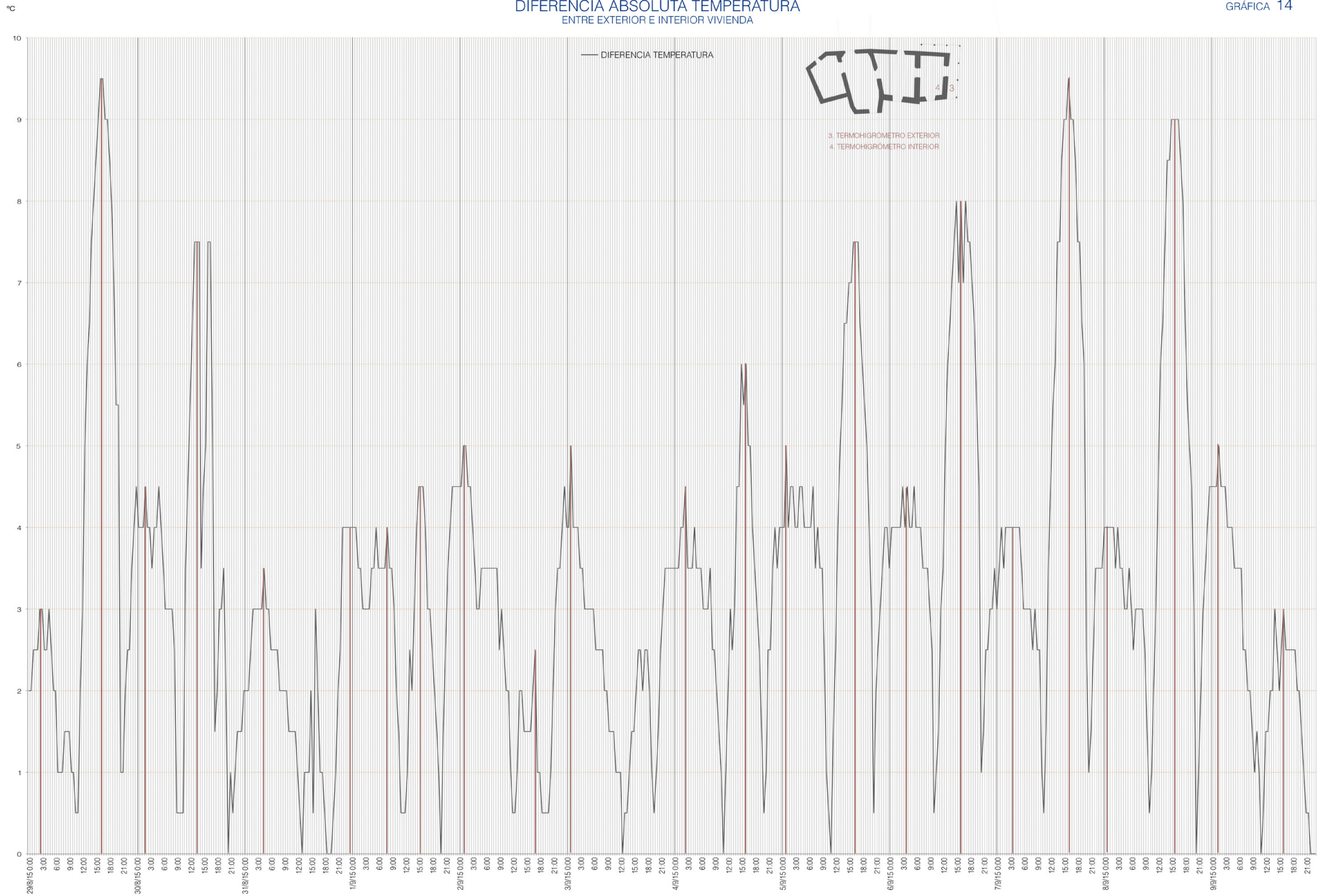
(próx pág)

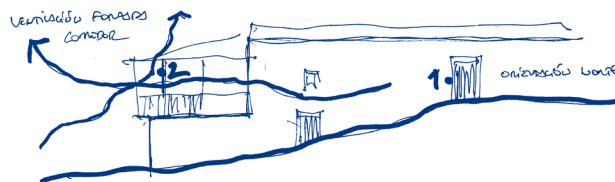
Gráf. 14 Diferencia de temperatura absoluta entre exterior e interior, Ferrería durante los 12 días. Punto medición 02.

Elaboración propia. 2015



DIFERENCIA ABSOLUTA TEMPERATURA  
ENTRE EXTERIOR E INTERIOR VIVIENDA





Las gráficas de humedad en los dos puntos de medida para el caso de O Incio, demuestran que la diferencia local según los elementos del entorno son importantes. En el interior la estabilidad es mucho mayor, la vivienda se comporta realmente bien en este aspecto. En el punto de entrada (Gráf. 15), obteniendo valores exteriores también con picos importantes, el comportamiento sigue siendo muy aceptable, debido a que los materiales, como la piedra, la madera o la propia tierra batida del acceso actúan como absorbentes de humedad.

Además hay que contar con la ya citada falta de hermetismo como factor favorable a la aireación, y el consecuente descenso de los valores de humedad relativa interior.

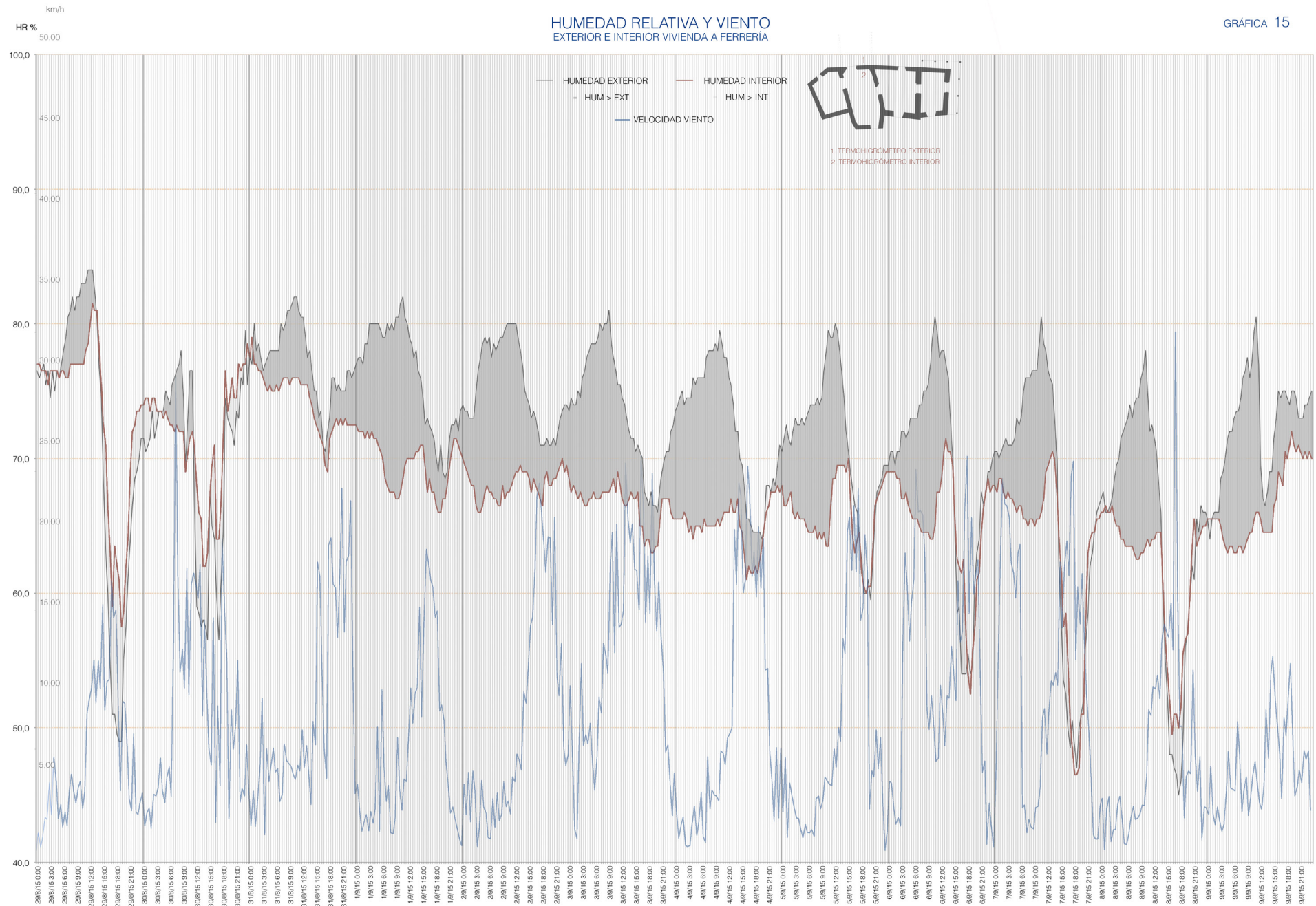
Fig. 37 Croquis ventilación y mediciones humedad vivienda de A Ferrería.

Elaboración propia. 2015

(próx pág)

Gráf. 15 Humedad exterior e interior vivienda A Ferrería y viento. Punto medición 01.

Elaboración propia. 2015



Se registran valores mucho más altos de humedad en la medición del corredor (Gráf. 16), debido a la presencia del río. Los valores exteriores son muy variables en el corredor, potenciados por la presencia del río durante la noche e influidos por el soleamiento y la aireación durante el día.

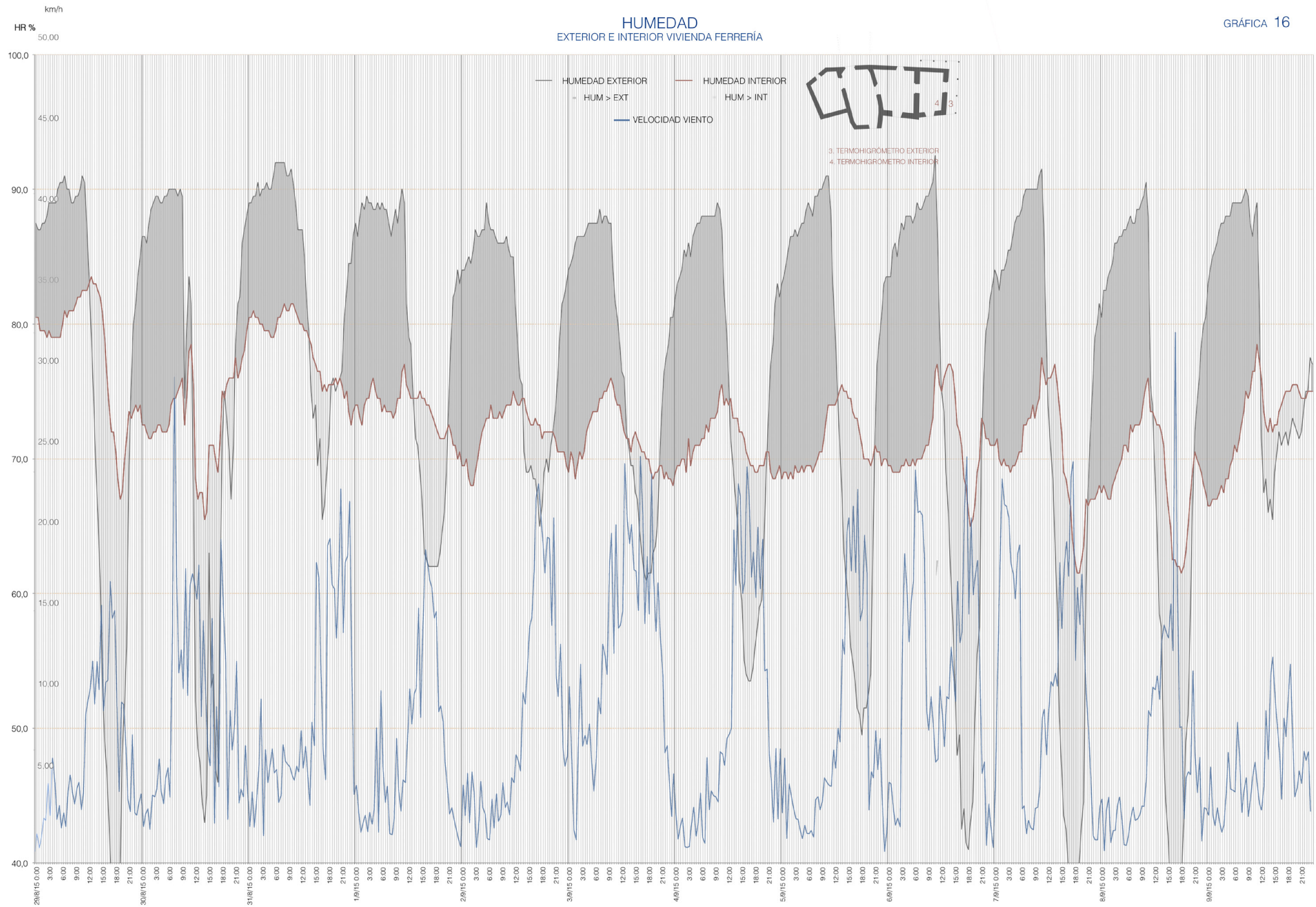
Debido a la presencia del río, los valores registrados en el corredor son mucho mayores. Aun así, el funcionamiento de lcorredor implica unos saltos en losvalores potenciados por el soleamitneo y la aireación, por su orientación norte-sur, durante el día. Por ello la existencia del corredor reduce los valores de humedad.

Los datos obtenidos son contrapuestos con la gráfica anterior, de valor medio menor al no influir directamente la presencia del río y más estable, no existiendo tantos picos mínimos, ya que no hay elementos que potencien la aireación.

(próx pág)

Graf. 16 Humedad exterior e interior vivienda A Ferrería y viento. Punto medición 02.

Elaboración propia. 2015



En la vivienda de O Barqueiro, (Graf. 17) las temperaturas varían de forma mayor durante la noche, aportando cierto aislamiento térmico la vivienda que mantiene unos valores sorprendentemente mayores. En cambio por el día, ambos se igualan, ya que las temperaturas máximas en O Barqueiro como se ha visto, no son muy elevadas.

La proximidad temporal entre los picos de ambos valores demuestra de nuevo la escasa, o desaprovechada inercia térmica que aporta el cerramiento. Introduciendo el viento, comprobamos que la falta de hermetismo, de nuevo es la causa por la cual, la inercia térmica que el cerramiento guarda se ve desaprovechada.

Los picos en la gráfica de viento claramente muestran una aproximación entre la gráfica exterior e interior como en los días 4 y 5 de fuerte viento, mientras que durante el viento casi nulo, se acentúa esta separación como en el punto A (respuesta a valores de temperatura exteriores bajos) , donde vemos que el decalaje en este punto es mayor que en B (respuesta a valores de temperatura exteriores altos), es decir, se manifiesta mayor inercia en A por existir menor viento.

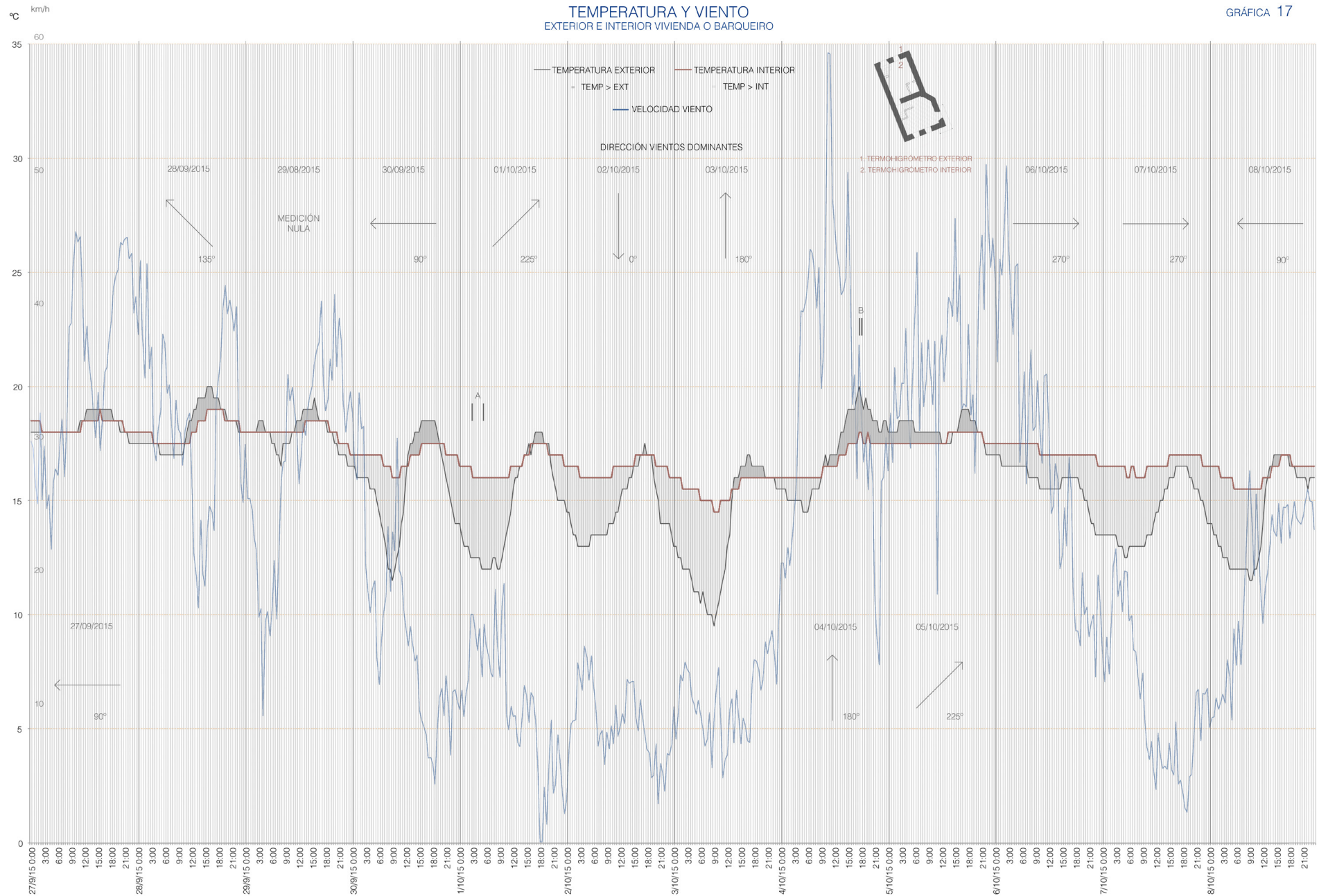
Por lo tanto, afirmamos el mejor funcionamiento térmico del cerramiento en condiciones de viento bajas y ante temperaturas exteriores menores que las interiores, es decir, en condiciones nocturnas.

(próx pág)

Graf. 17 Temperatura exterior e interior vivienda O Barqueiro y viento. Punto medición 01.

Elaboración propia. 2015







**ANÁLISIS Y RESULTADOS**

## Comportamiento viviendas

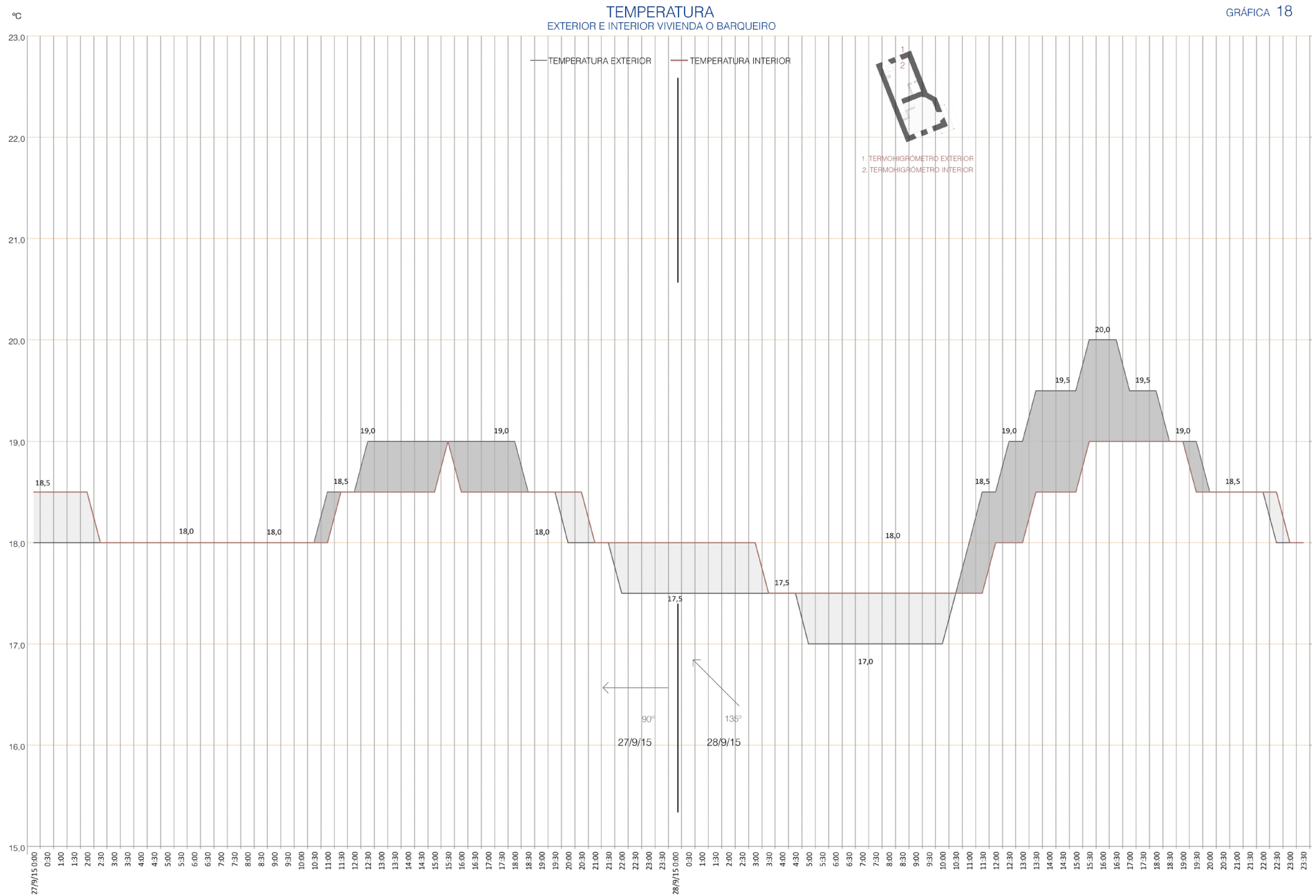
A partir de la gráfica focalizada en los dos primeros días de medición, (Graf 18) lo primero que concluimos es la escasa diferencia de temperaturas del lugar, la gráfica es totalmente plana respecto a O Incio, variando aquí durante los 2 días tan solo 3°C de temperatura.

A partir de esto, el aporte que pueda hacer el cerramiento es prácticamente inapreciable, si bien entre ambas se aprecia un escalonamiento, con una distancia temporal de entre una y dos horas, lo que indica que existe un efecto de la inercia térmica. La vivienda de O Barqueiro es de espacios de volumen menor que O Incio, lo que teniendo en cuenta la relación del metro cúbico entre espacio y material, sumado a un bajo índice de huecos, hace que la respuesta térmica de esta sea buena.

(próx pág)

Graf. 18 Temperatura exterior e interior vivienda O Barqueiro días 27 y 28 de Septiembre. Punto medición 01.

Elaboración propia. 2015



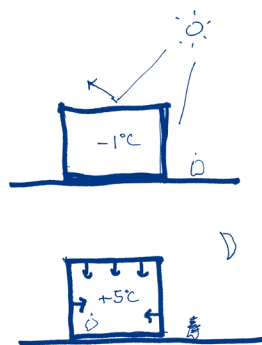


Fig. 38 Croquis relación temperatura día/noche vivienda O Barqueiro.

Elaboración propia. 2015

En conclusión, (Graf. 19) las máximas diferencias entre interior y exterior se producen por la noche, pero en este caso, las diferencias son menores, ya que la oscilación térmica exterior es menor, confirmando que el clima de O Barqueiro es más suave que el de O Incio. Es destacable, que en ambos casos y siendo climas muy diferentes, las condiciones meteorológicas son mucho mejores en el entorno de las viviendas, que en la estación más cercana.

Para O Barqueiro, la diferencia media entre exterior e interior en grados/hora durante el período sigue siendo muy diferente en los dos puntos de medida. En la cocina, la diferencia absoluta es de 763 °C de media 2,7°C/h mientras que en el corredor el absoluto alcanzado son 1347°C, de media, 4,7°C/h en el período. Esta diferencia entre los puntos, es menor que en el caso de O Incio, por lo que el funcionamiento energético de la vivienda es más homogéneo, debido al clima más suave y la protección de viviendas anexas al situarse en un núcleo frente al aislamiento del caso de O Incio.

Tomando la referencia de confort interior de 21°C, resultando la aportación térmica interior necesaria en el período 2220°C, que deberían ser aportados por sistemas activos, curiosamente valor mayor que en el caso de O Incio, de temperaturas más extremas, pero esto se justifica ya que el entorno de la vivienda lucense alcanza valores superiores a los 21°C de confort durante 40 horas en el estudio, mientras que en el caso coruñés nunca se supera la temperatura exterior a la de confort interior, lo que conlleva un aporte energético continuo de calefacción .

Podemos afirmar que las referencias de confort son muy variables dependiendo de la situación, es decir del clima del lugar, de cada persona o de la actividad física.

(próx pág)

Graf. 19 Diferencia de temperatura absoluta entre exterior e interior O Barqueiro, durante los 12 días. Punto medición 01.  
Elaboración propia. 2015

# DIFERENCIA ABSOLUTA DE TEMPERATURA ENTRE EXTERIOR E INTERIOR VIVIENDA

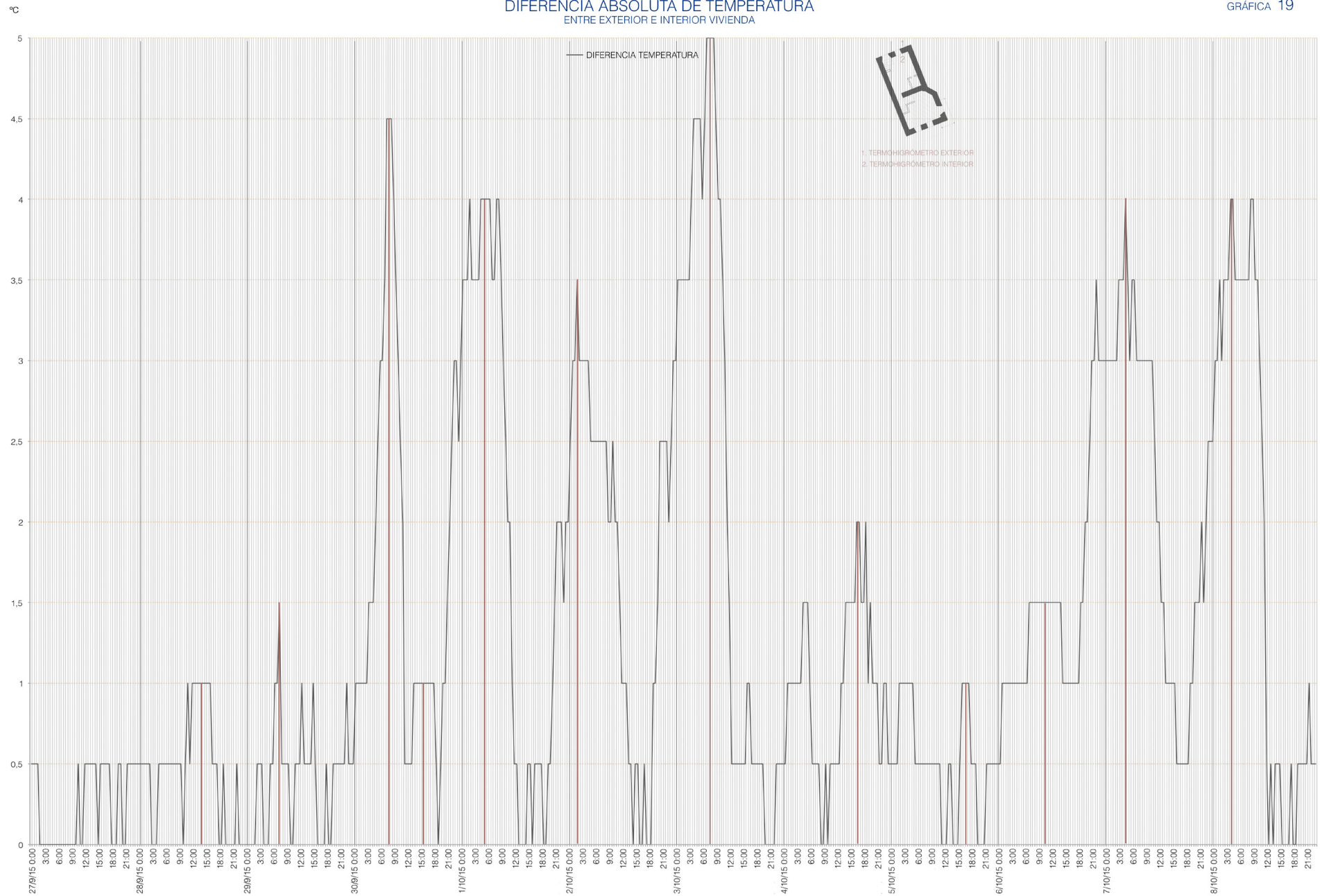




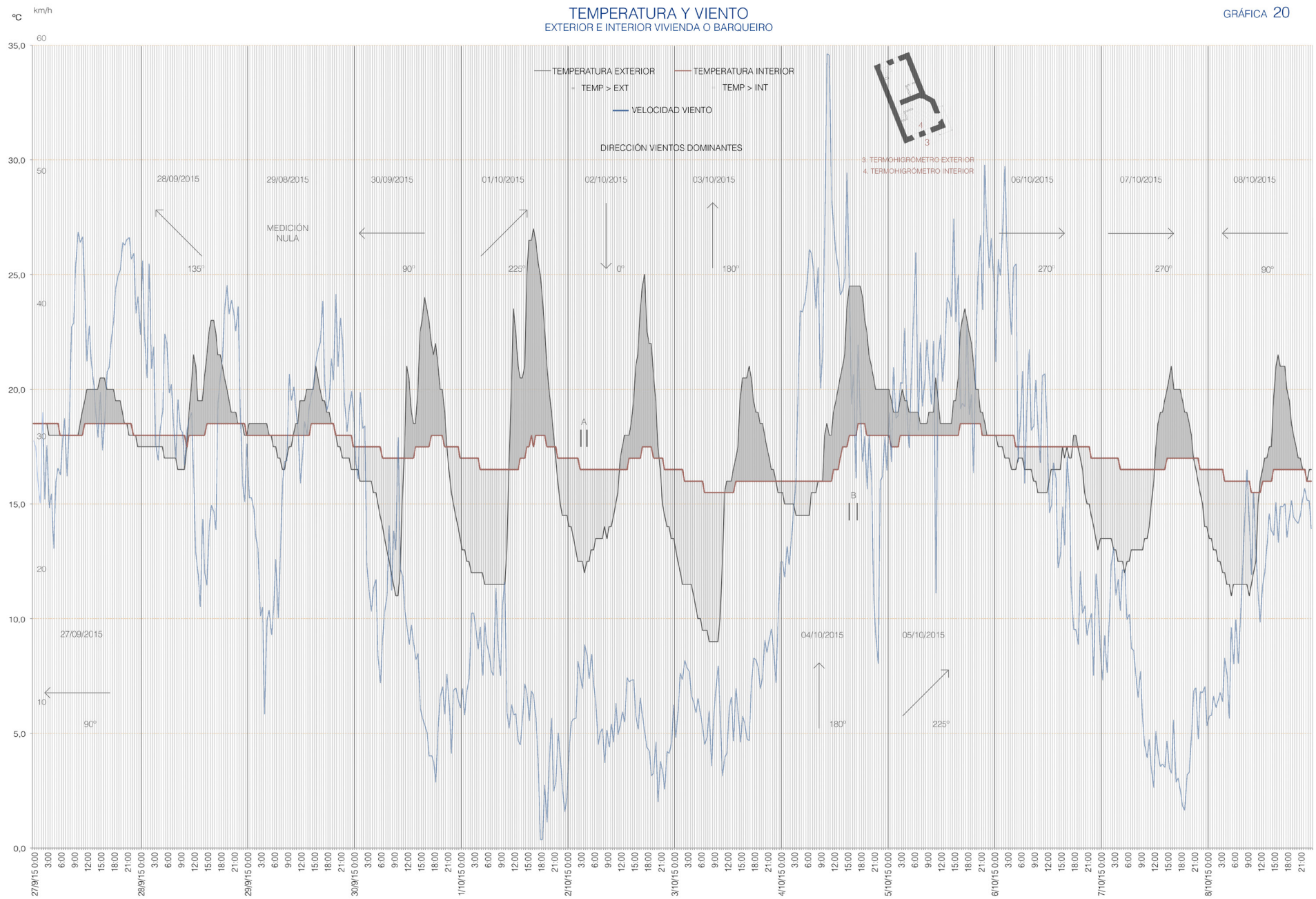
Fig. 39 Croquis ventilación y mediciones humedad vivienda de O Barqueiro  
Elaboración propia. 2015

Para el segundo punto de medición de la vivienda (Graf. 20), el corredor, se produce mayor diferencia en las temperaturas al ser orientación sur. Esta diferencia, cuando el viento disminuye se refleja claramente en la gráfica con valores interiores hasta 7°C o 9°C inferiores al exterior. Es debido a que la vivienda no recibe apenas soleamiento, y no puede aprovecharlo durante el día manteniéndose fría.

La inercia térmica en este caso da valores de decalaje mayores durante el día (B), debido a que la vivienda se mantiene en temperaturas bajas, influenciada por las altas humedades interiores que afectan impidiendo el aumento de temperatura interior, y por la citada falta de soleamiento.

(próx pág)

Graf. 20 Temperatura exterior e interior vivienda O Barqueiro y viento. Punto medición 02.  
Elaboración propia. 2015



## ANÁLISIS Y RESULTADOS

### Comportamiento viviendas

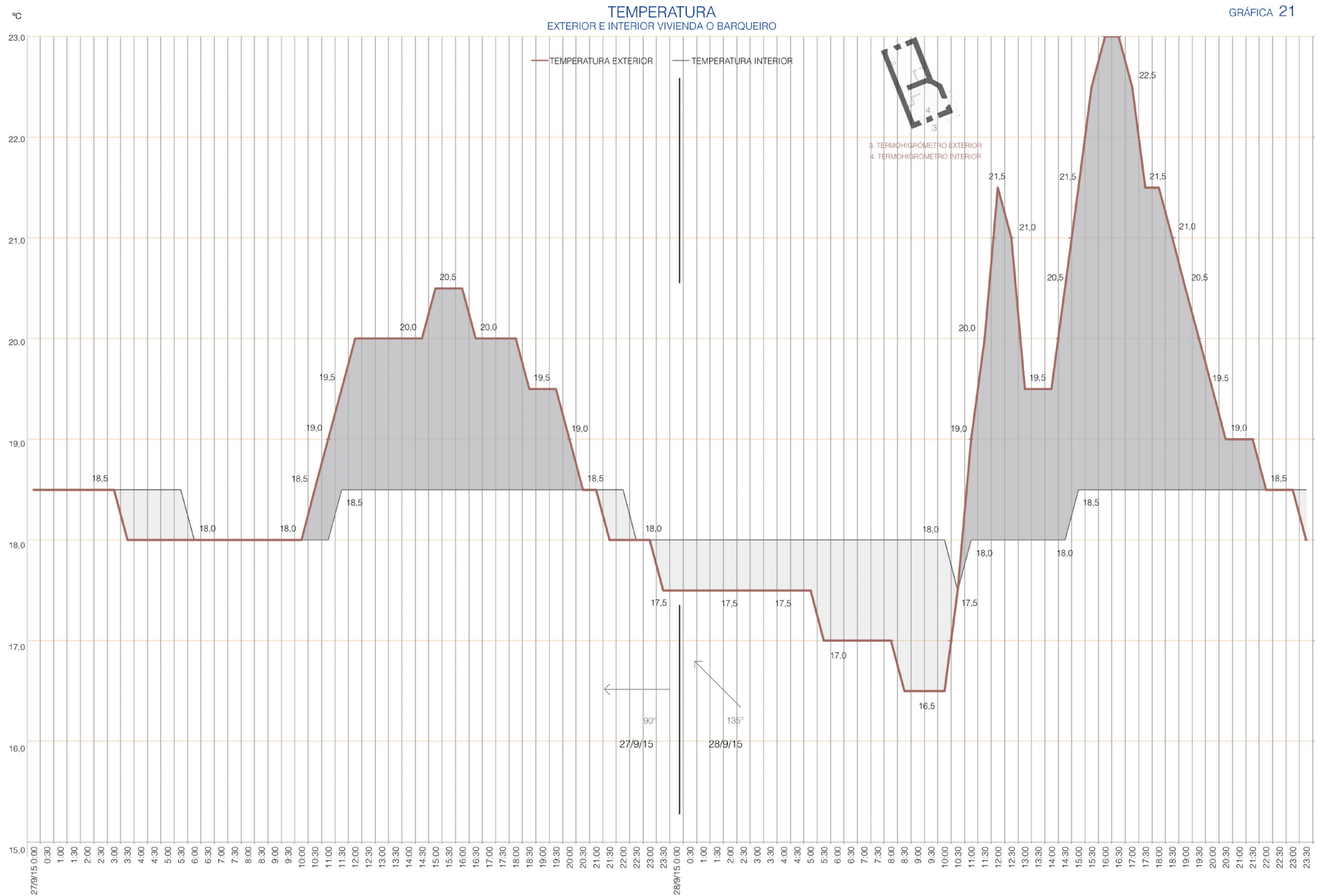
Estos valores de temperatura se muestran en la gráfica ampliada (Graf. 21), donde se ve la estabilidad general de temperaturas interiores en la horizontalidad de ésta. Los picos en los máximos exteriores, coinciden cuando la vivienda no recibe soleamiento, y destacan frente a la igualdad en los mínimos nocturnos, altos tanto en el exterior como en el interior.

(próx pág)

Graf. 21 Temperatura exterior e interior vivienda O Barqueiro días 27 y 28 de Septiembre. Punto medición 02.

Elaboración propia. 2015

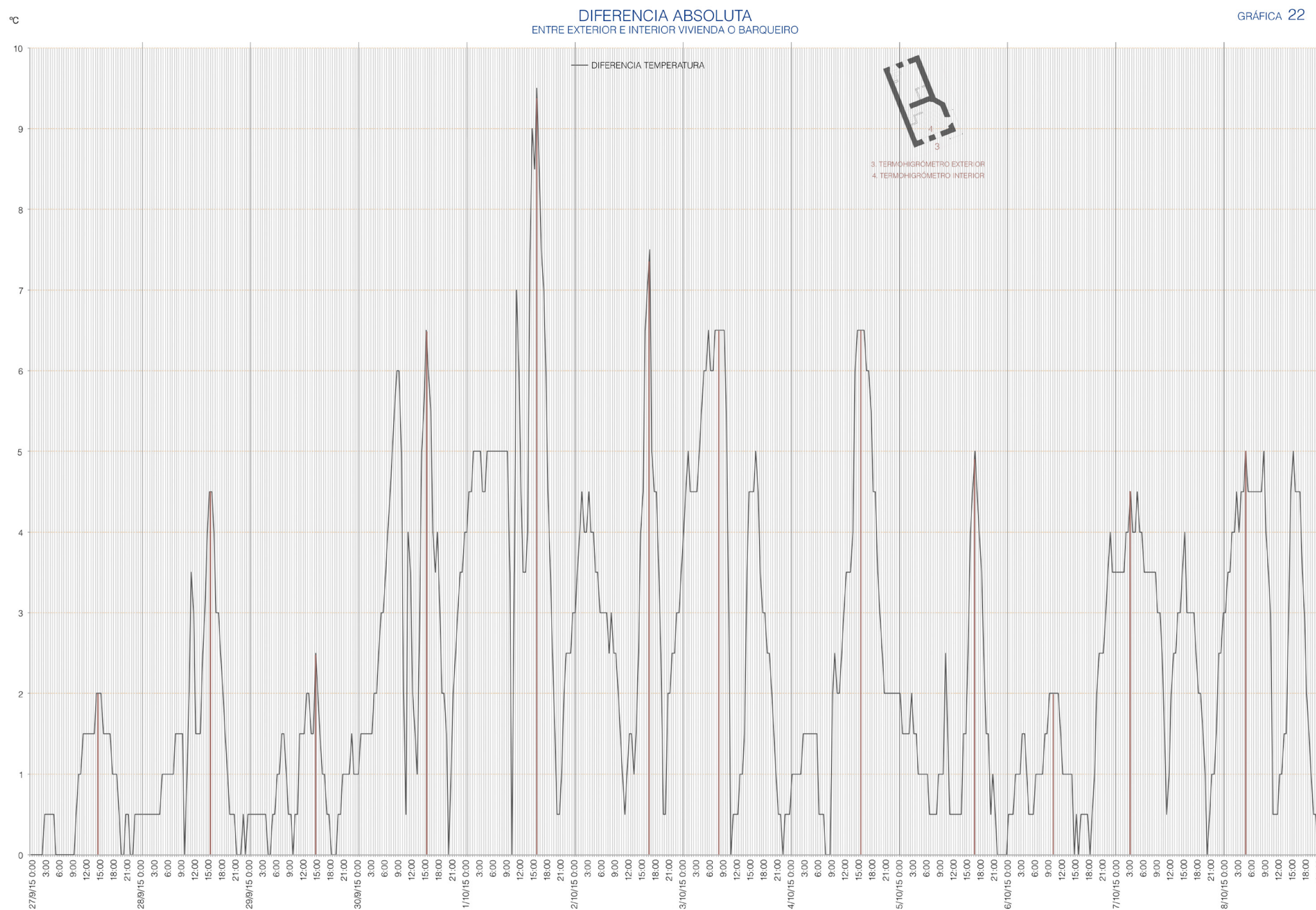




La diferencia de temperatura por lo tanto, (Gráf. 22) es en este punto de medición elevada durante el día, como se muestra en la gráfica, y durante la noche la diferencia desciende, igualándose temperaturas exteriores e interiores.

(próx pág)

Graf. 22 Diferencia de temperatura absoluta entre exterior e interior O Barqueiro, durante los 12 días. Punto medición 01.  
Elaboración propia. 2015



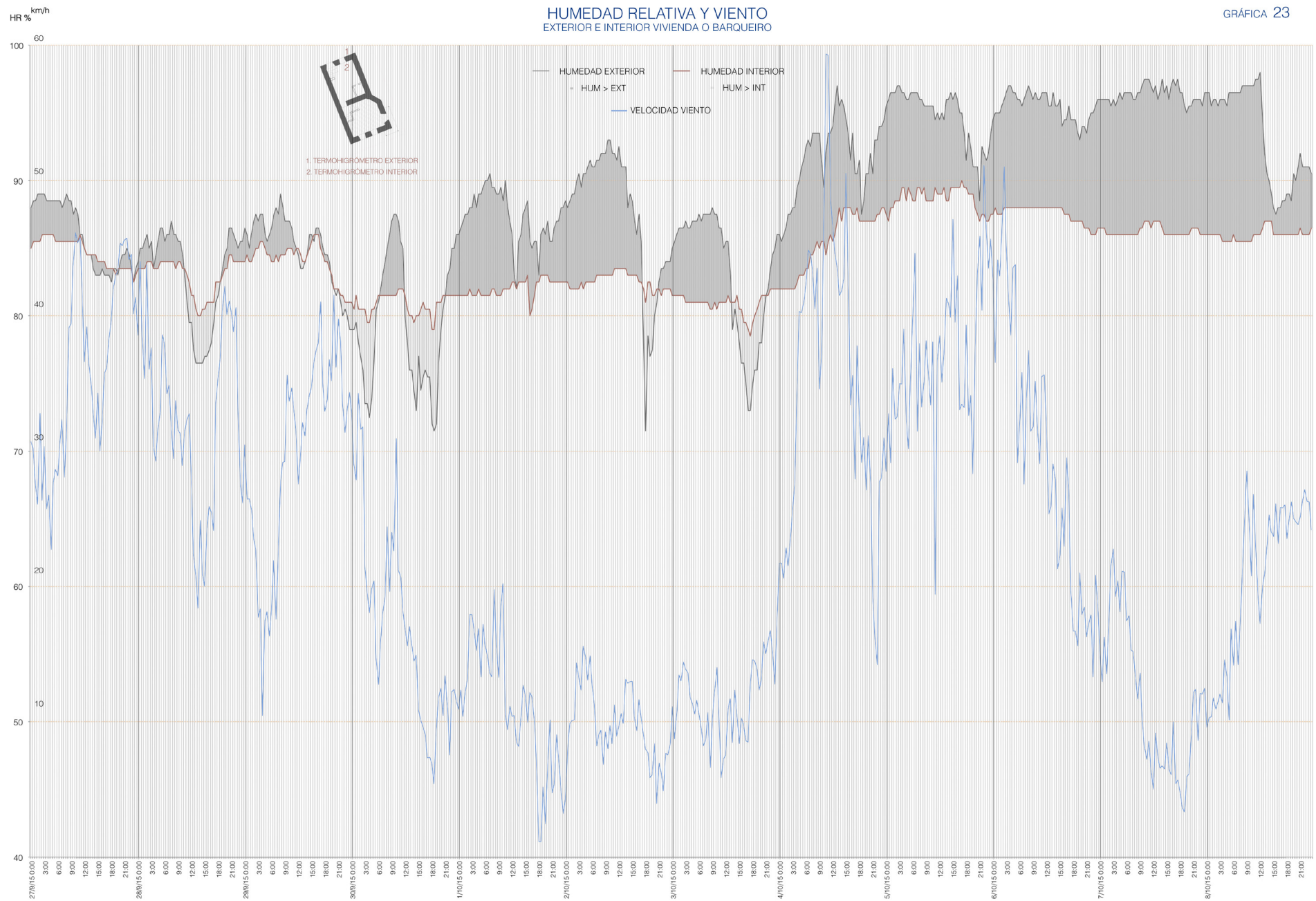
En O Barqueiro, la situación particular de ambos puntos de medida influye en el resultado de los valores de humedad. El primer punto de medición, (Graf. 23) situado al norte es el pequeño terreno libre trasero de la vivienda, al que se llega desde la cocina. Este jardín es sombrío, medio enterrado y cubierto de vegetación por esto la medición exterior de humedad arroja valores tan altos, que tan solo son menores que en el interior de la vivienda en contadas horas del estudio, en solo unas horas en 5 días de los 12 totales.

(próx pág)

Graf. 23 Humedad exterior e interior vivienda O Barqueiro y viento. Punto medición 01.

Elaboración propia. 2015

GRÁFICA 23



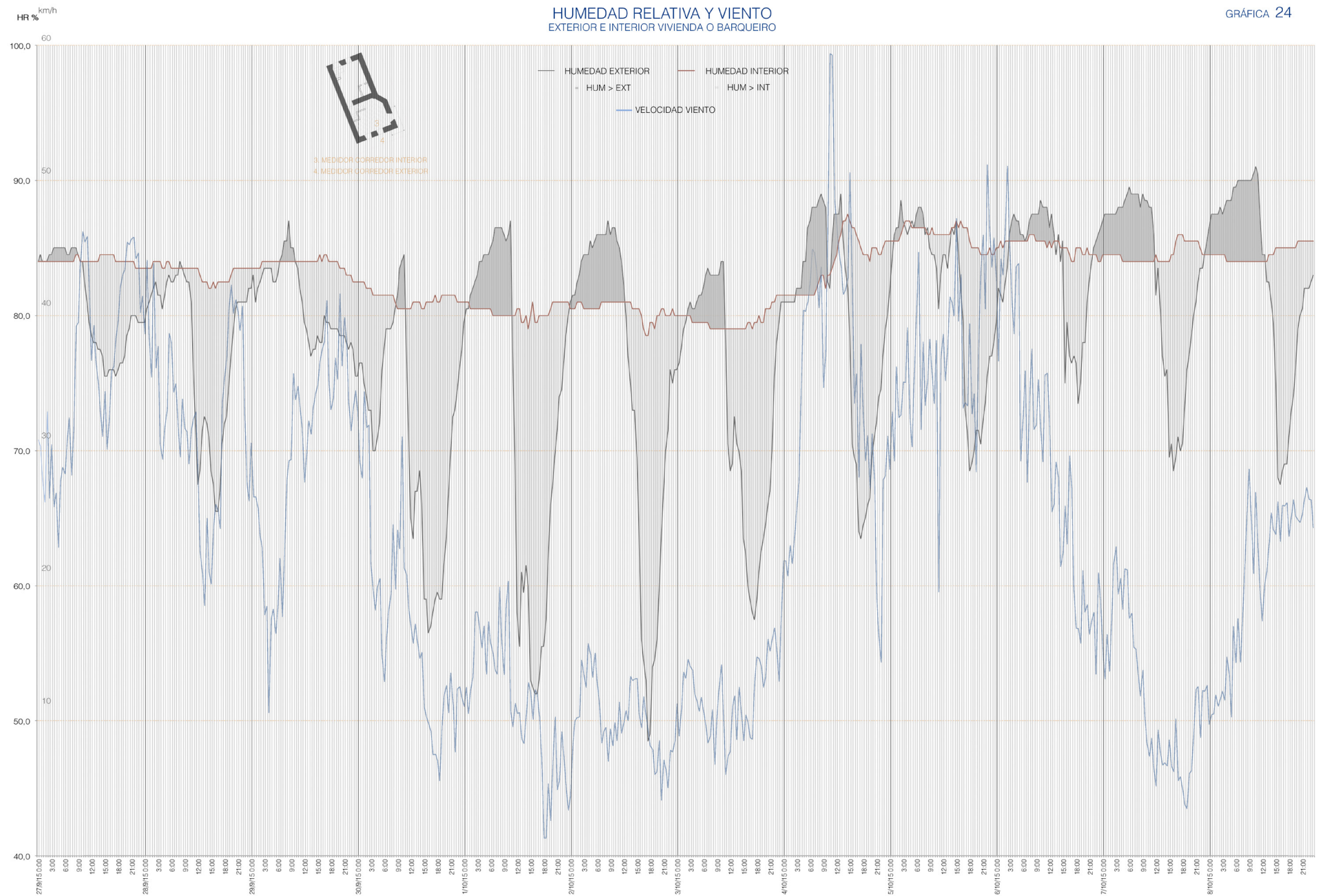
Los valores de humedad en el interior del primer punto son mucho menores y estables, pero semejantes a los del segundo punto de medida (Graf. 24). Aun así, la humedad en toda la vivienda es alta debido a la falta de ventilación y filtraciones de agua, pero estable. En éste segundo punto, situado en el estar y dando a la larga y estrecha calle de acceso, el corredor aprovecha la corriente para forzar la ventilación y reducir la humedad interior, donde resultan valores máximos exteriores bastante más bajos durante todo el período y con descensos de hasta el 50%, que sin embargo en el otro punto no descienden del 80%.

(próx pág)

Graf. 24 Humedad exterior e interior vivienda O Barqueiro y viento. Punto medición 02.

Elaboración propia. 2015

GRÁFICA 24





El Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) establece una serie de requerimientos y valores límite de temperatura y humedad relativa con intención de evitar el riesgo de posibles apariciones de condensaciones y de moho en los propios cerramientos<sup>38</sup>.

El DB HE 0, limitación del consumo define que el consumo energético se limita en función de la zona climática. Para el caso de A Ferrería, en O Incio, con capital Lugo y una altitud de 560 m del núcleo principal, la zona climática correspondiente según el CTE es E1, como León, Ávila o Burgos. En O Barqueiro, provincia de A Coruña y a nivel del mar, su zona corresponde a la C1, como Bilbao o Santander.

Para estas zonas climáticas, el CTE indica unas transmitancias límite, que en el caso de O Incio por ser zona E1 es de 0,57 W/m<sup>2</sup> K. Para O Barqueiro, el límite impuesto para la zona C1 es de 0,73 W/m<sup>2</sup> K. Comparamos las transmitancias del CTE con las reales de la vivienda calculando los valores de nuestros cerramiento mediante el software del profesor Agustín Rico Ortega, cálculo de condensaciones<sup>39</sup>.

En el Incio, el muro formado por una hoja exterior de 20cm y otra interior del mismo espesor y el relleno de arcilla interior de 30 centímetros arroja un valor de transmitancia U de 1,59 W/m<sup>2</sup> K, que triplica el límite. En el caso de O Barqueiro, el cerramiento es de 70 cm de espesor con 25 centímetros de esquisto al exterior y segunda hoja de 25 al interior, con relleno de 20 centímetros. Para esta composición, el valor de transmitancia calculado es de 1,84 W/m<sup>2</sup> K frente a los 0,73 W/m<sup>2</sup> K del límite impuesto. (Figura de programa de cálculo)

En ambos casos triplica el valor límite impuesto por la norma. El CTE define como valores correspondientes al equilibrio para edificio residencial una clase de higrometría tres, a la que corresponde una temperatura de 20°C y una humedad relativa interior de referencia del 55%. Con los resultados obtenidos durante todas las mediciones del trabajo, las diferencias en transmitancias, y las simplificaciones geográficas que propone el CTE, resulta complicado alcanzar sin ningún tipo de medio mecánico los valores de humedad interiores que requiere.

38 Josep Solé Bonet and Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècniques de Tarragona, Aislamiento Térmico En La Edificación :Limitación De La Demanda Energética DB HE1 E Iniciación a La Calificación Energética, Vol. 7 (Tarragona: Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Tarragona, 2007), 34.

39 Ministerio de Fomento, Código Técnico de la Edificación (CTE) Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE). Septiembre de 2013, comentarios Diciembre 2014.

En la norma no existe una reflexión sobre los diferentes criterios de confort que puede haber en las diferencias zonas climáticas, o en los diferentes usos o individuos que influyen en la arquitectura. El código técnico obvia igualmente el concepto de los metros cúbicos trabajado en este trabajo, aceptando el estándar de los metros cuadrados como unidad de medida en conceptos de eficiencia y consumo energético, que como la arquitectura popular demuestra son incorrectos, dada la importancia de la masividad en ella.

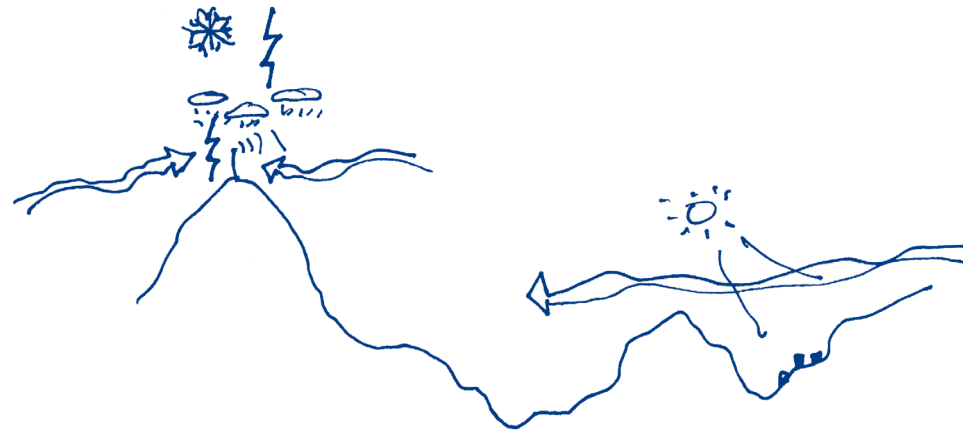


Fig. 40. Croquis de la diferencia en la localización entre el núcleo de población y la estación metereológica.  
Elaboración propia. 2015

## CONCLUSIONES

La arquitectura popular es un bien que se debe poner en valor. Los planteamientos energéticos actuales implican la necesidad de retomar la racionalidad, y por esto, el estudio y análisis de la arquitectura popular es más necesario que nunca.

El clima gallego es complejo, lo que hace que la arquitectura, directamente dependiente de este, también lo sea y varíe según el área geográfica donde se localice. Los núcleos que colonizan el territorio gallego, tradicionalmente buscaban asentarse en los lugares protegidos y con mejores condiciones, lo que confirmamos al ver el desfase importante en los datos concretos de los asentamiento frente a los de la estación más cercana. Por esto, en Galicia la mayoría de la población se asienta en la zona costera, de clima más beneficioso.

Por todo ello, situaciones locales como la vegetación, reducen la exposición al viento y proporcionan sombra, o ríos cercanos aportan humedad y estabilidad térmica, afectando notablemente a los resultados que obtengamos. Por todo esto, a la hora de proyectar en un determinado lugar es necesario un trabajo de campo añadido, que estudie con mediciones las características higrotérmicas de la propia localización, para más tarde compararlo con la estación meteorológica más cercana y adaptarse a los resultados.

Soluciones adoptadas en la arquitectura popular, como el uso del humo en las pallozas, principio de su mantenimiento y base de esta arquitectura, o la galería como colchón térmico entre el exterior y el interior. Otros conceptos están más relacionados con el material y las formas de usarlo, por ejemplo la inercia térmica como simple acumulador de calor en las viviendas.

La inercia térmica, factor a destacar en la arquitectura popular y tan importante en edificios masivos se puede ver mermada por un trabajo irróneo del conjunto de la vivienda, por ejemplo, si no existe el hermetismo necesario en las carpinterías o en la cubierta. Con la tecnología del momento, como carpinterías extremadamente sencillas o aislamientos inexistentes, afirmamos que la arquitectura popular nunca fue capaz de aprovechar la totalidad del potencial acumulador de la inercia térmica en los masivos cerramientos. Eran otras las formas de obtener calor momentáneo las que complementaban a la inercia térmica, cargas térmicas como el propio calor humano o animal.

Fig. 28. Tabla anexa a las conclusiones, resumen de los datos principales contenidos en el trabajo.  
2015. Elaboración propia.

	VIVIENDA A FERRERÍA	VIVIENDA O BARQUEIRO
<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>A Ferrería, O Incio. Lugo</b>	<b>Porto do Barqueiro, Mañón. A Coruña</b>
altitud	560m	0m
orientación	sur	sur
<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>arq de las sierras orientales</b>	<b>arq del litoral</b>
<b>CLIMATOLOGÍA</b>		
temperatura media período	17,1 °C *( 29.08.2015-09.09.2015)	16,65 °C *(27.09.2015-08.10.2015)
precipitaciones	0,6 l/m <sup>2</sup>	74,1 l/m <sup>2</sup>
humedad relativa período	74,3%	83,3%
<b>FACTORES TÉRMICOS</b>		
materiales	esquisto y lajas pizarra	esquisto y chantos pizarra
inercia térmica	alta	alta
hermetismo carpinterías	muy bajo	muy bajo
diferencia en el período hasta temperatura de confort °C (21°)	1943°C/12 días	2220°C/12 días
<b>CRITERIO m<sup>3</sup> en la cocina</b>		
m <sup>3</sup> contruidos	62,14m <sup>3</sup>	44,94m <sup>3</sup>
m <sup>3</sup> material	23,07m <sup>3</sup>	23,72m <sup>3</sup>
m <sup>2</sup> huecos		
material/espacio habitable %	37%	52%
<b>ESTACIÓN METEREOLÓGICA</b>	<b>Folgoso do Courel</b>	<b>Serra da Faladoria</b>
altitud (diferencia viv-est)	777m (210m)	576m (576m)
distancia a la vivienda	12km	11km
temperatura anual media	12,6°C	11,2°C
precipitaciones	911,3 l/m <sup>2</sup> año	1260,2 l/m <sup>2</sup> año
humedad relativa anual media	69,4%	90,4%

Fig. 31. Tabla anexa a las conclusiones, resumen de los datos principales contenidos en el trabajo. 2015. Elaboración propia.

En cuanto a las herramientas de trabajo y evaluación energética, concluimos de los datos de la estación aplicados a las viviendas, el único dato válido es el viento, que según su intensidad e incluso dirección, podemos descubrir en la vivienda diferentes reacciones en la humedad. Los otros datos, como temperatura y humedad de la estación, respecto a los datos en el mismo momento en las viviendas difieren demasiado por situarse está en lugares muy expuestos frente a la inteligente colocación de los núcleos.

Por otra parte, el planteamiento energético del Código Técnico, obvia cualquier referencia o pauta hacia la arquitectura popular. La clasificación climática del código es general, centrándose en las capitales de provincia y según ésta, con la altitud clasificando las zonas climáticas, obviando toda referencia o particularidad local del entorno o del clima específico.

Esto se ve incrementado ya que además, la norma obliga a trabajar en superficie, es decir usando el metro cuadrado como se puede ver en cualquiera de las tablas<sup>40</sup> de cálculo de consumo o demanda de la norma. Trabajar de esta forma, en lo que a estudios energéticos se refiere, no parece lo obvio cuando la base de ésta es el espacio, que es lo que influye en su planteamiento, es decir el metro cúbico como demuestran los datos de las viviendas de estudio.

Las medidas en la arquitectura popular tanto de los materiales, y de los espacios se “realizaban” o más bien se pensaban en metros cúbicos, resultando valores de transmitancias discordantes y muy alejados de la exigencia de la norma, pero como demuestra este trabajo, con resultados prácticos no tan distantes en sus valores, y más cercanos a los, por otra parte cuestionados, criterios de confort actuales.

Una vez calculados los valores de transmitancia en los cerramientos de los casos de estudio, y sabiendo que los mínimos exigidos por la norma distan mucho de los alcanzados por la arquitectura popular, se concluye que sin embargo los resultados, en cuanto a consumo energético que la arquitectura popular aporta no son negativos, aun sabiendo que esta no cumple los criterios de confort. Esto demuestra que la norma olvida factores y planteamientos de pasividad incluidos en ésta, es decir, de reducción de la demanda. En lugar de tomar estos criterios, se posiciona a favor del uso de la tecnología.

40 Ministerio de Fomento, Código Técnico de la Edificación (CTE) Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE). Septiembre de 2013, comentarios Diciembre 2014, 10.



Por último, y como paso posterior en una continuación del presente trabajo, inabarcable en este momento por la extensión del trabajo, un siguiente análisis sería el análisis de ambas obras en los programas de simulación, que ya si toman criterios de cálculo en  $m^3$ , como Design Builder basado en el motor Energy Plus, y la comparación con los datos y conclusiones obtenidas hasta ahora.

La arquitectura popular debería ser un referente a día de hoy, poniendo en valor soluciones y actitudes, que hoy se vuelven a ilógicas debido a un derroche irracional de recursos en base a una tecnología desmesurada y fuera de control en un contexto de continua obsesión por el crecimiento y el progreso.

¿pero reflexionamos hacia donde queremos avanzar y cómo?



## REFERENCIAS

Bibliografía

Referencia imágenes

## **TEORÍA DE LA ARQUITECTURA POPULAR**

### Libros

Bonet Correa, Yago, y Fundación Caja de Arquitectos. 2007. *La arquitectura del humo*. Colección arquía-temas. Vol. 21. Barcelona: Fundación Caja de Arquitectos.

Caamaño Suárez, Manuel. 1999. *A casa popular*. Cadernos museo do pobo galego. Vol. 8. Santiago: Museo do Pobo Galego.

de Llano, Pedro, y Fundación Barrié de la Maza. 2012. *Compañeros de oficio*. A Coruña: Fundación Barrié.

Leiro, Adela. 2002. *A casa*. *Enciclopedia temática ilustrada*. Vol. 10. Vigo: A Nosa Terra.

Lorenzo Fernández, Xaquín. 1992. *A casa*. Biblioteca básica da cultura galega. Vigo: Galaxia.

May, John. 2011. *Casas hechas a mano y otros edificios tradicionales : Arquitectura popular*. Barcelona: Blume.

Rapoport, Amos. 1972. *Vivienda y cultura*. *Arquitectura y crítica*. Barcelona: Gustavo Gili.

Rudofsky, Bernard. 1976. *Arquitectura sin arquitectos. breve introducción a la arquitectura sin genealogía*. Biblioteca del universitario. 2ª ed. Buenos Aires: Editorial Universitaria.

## ARQUITECTURA POPULAR ESPAÑOLA

### Libros

Claret Rubira, José. 1976. *Detalles de arquitectura popular española*. Barcelona: Gustavo Gili.

Feduchi, Luis. 1977. *Itinerarios de arquitectura popular española. Nueva imagen*. Barcelona: Blume.

Flores, Carlos. 1973; 1977. *Arquitectura popular española*. Imagen de España. Vol. 2. Madrid: Aguilar.

## ARQUITECTURA POPULAR EN GALICIA

## Libros

Bas López, Begoña. 1983. *As construcións populares un tema de etnografía de galicia*. Cuadernos del seminario de estudios cerámicos de sargadelos. Vol. 1. A Coruña: Ed. do Castro.

Caamaño Suárez, Manuel. 2006. *As construcións da arquitectura popular :Patrimonio etnográfico de galicia*. Galicia para soñar. Vol. 16. A Coruña: Hércules de Ediciones.

Caamaño Suárez, Manuel. 1999. *As construcións adxetivas*. Cadernos museo do pobo galego. Vol. 9. Santiago: Museo do Pobo Galego.

de Llano, Pedro. 1983. *Arquitectura popular en galicia*. Vol. 1. Santiago: Colexio Oficial de Arquitectos de Galicia.

de Llano, Pedro, and Fundación Caixa Galicia. 2006. *Arquitectura popular en galicia :Razón e construción*. A Coruña: Fundación Caixa Galicia.

Fundación Universidade da Coruña. 2014. *Arquitecturas del mar*. A Coruña: Fundación Universidade da Coruña.

González Pérez, Clodio. 1991. *Aproximación etnográfica á cultura material da montaña lucense notas históricas e situación presente. Antropología y etnografía de las proximidades de la sierra de ancares*. Vol. 2. Lugo: Servicio de Publicaciones Diputación Provincial.

## Documentales

GalArq, 2013. Entrevista a Pedro de Llano. *A arquitectura popular galega*. <https://vimeo.com/61707401>  
última visita:07/11/2015

**MONOGRAFÍAS ARQUITECTOS**

Le Corbusier, Yoshio Futagawa, and Yukio Futagawa. 2011. *Le corbusier: Sarabhai house, ahmedabad, india, 1951-55*. Residential masterpieces. Vol. 10. Tokio: A. D. A. Edita.

**CLIMA**

## Libros

Martínez Cortizas, Antonio, and Augusto Pérez Alberti. 1999. *Atlas climático de galicia*.  
Santiago de Compostela: Centro de Información e Tecnoloxía Ambiental.

## Sitios web

Meteogalicia, Xunta de Galicia. Consulta histórica de datos. <http://www2.meteogalicia.es/galego/observacion/estacions/estacions.asp?idEst=10097&prov=A%20Coru%F1a&red=102>  
(última consulta de 10 de noviembre de 2015)



## REFERENCIAS

### Bibliografía

## ARQUITECTURA Y SOSTENIBILIDAD

Neila González, Javier. 2004. *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. Arquitectura y tecnología*. Vol. 4. Madrid: Munilla-leria.

Serra Florensa, Rafael, Helena Coch Roura, and Universitat Politècnica de Catalunya. 2009; 2001. *Arquitectura y energía natural*. Arquitect. Reimp ed. Vol. 17. Barcelona: Edicions UPC

### Publicaciones de congresos

Mileto, Camilla. 2015. *Vernacular architecture :Towards a sustainable future : Proceedings of the international conference on vernacular heritage, sustainability and earthen architecture, valencia, spain, 11-13 september 2014*. Boca Raton: CRC Press.

## NORMATIVA

Ministerio de Fomento, *Código Técnico de la Edificación (CTE) Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE)*. Septiembre de 2013, comentarios Diciembre 2014.

RITE :*Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios* : Real decreto 1027/2007 de 20 de julio 2013. 7ª rev y act ed. Madrid: Paraninfo.

## RECOPILATORIOS NORMATIVA

Solé Bonet, Josep, and Col.legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècniques de Tarragona. 2007. *Aislamiento térmico en la edificación :Limitación de la demanda energética DB HE1 e iniciación a la calificación energética*. Manuales profesionales (col.legi d'arquitectes tècniques). Vol. 7. Tarragona.

**FIGURAS**

Fig. 1 Croquis esquema relativo a la sostenibilidad en la arquitectura popular. Elaboración propia. 2015

Fig. 2 Croquis idea de inercia térmica. Elaboración propia. 2015

Fig. 3 Fotografía dispersión del territorio gallego. Lugar de Hospital, O Incio, Lugo. Elaboración propia. 2015

Fig. 4 Fotografía disolución en el medio del antiguo núcleo de Portomarín, vivienda aislada. Elaboración propia. 2015

Fig. 5 Fotografía de materiales de construcción en las sierras orientales gallegas, el esquisto y sobre este, la arcilla. Elaboración propia. 2015

Fig. 6 Fotografía interior arquitectura en relación con los sentidos. Fecha desconocida. Juan Rodríguez en (de Llano y Fundación Caixa Galicia. 2006), 123.

Fig. 7 Fotografía de la Casa Sarabhai, conceptos vernáculos de la arquitectura mediterránea. Fecha desconocida. Yukio Futagawa en (Le Corbusier, Sarabhai House, 1951-55. 2011), 33.

Fig. 8 Fotografía de vivienda en Ferrería do Incio. Escasos materiales y recursos formales sencillos y eficientes. Elaboración propia. 2015

Fig. 9 Croquis de las dos viviendas, factores y planteamientos en cada una. Elaboración propia. 2015

Fig. 10 Distribución arquitectura popular en Galicia. Reinterpretación a partir de Manuel Caamaño en (As construcións da arquitectura popular, 2003), 45. Elaboración propia. 2015

Fig. 11 Plano distribución tipo de vivienda montaña. Reinterpretación a partir de Pedro de LLano en (Arquitectura popular en Galicia, 1983), 38. Elaboración propia. 2015

Fig. 12 Fotografía interior palloza. Relación con los sentidos. Fecha desconocida. Juan Rodríguez en (de Llano and Fundación Caixa Galicia 2006), 123.

Fig. 13 Plano distribución tipo de vivienda marneira. Reinterpretación a partir de Manuel Caamaño en (As construcións da arquitectura popular, 2003), . Elaboración propia. 2015

Fig. 14 Fotografía corredores Combarro. Granito y madera como materiales del lugar. Fecha desconocida. Juan Rodríguez en (de Llano and Fundación Caixa Galicia 2006), 184.

Fig. 15 Situación A Ferrería, O Incio. Elaboración propia. 2015

Fig. 16 Plantas vivienda A Ferrería, O Incio. Elaboración propia. 2015

Fig. 17 Alzados vivienda A Ferrería. Elaboración propia. 2015

Fig. 18 Secciones vivienda A Ferrería. Elaboración propia. 2015

Fig. 19 Fotografía exterior vivienda A Ferrería con el conjunto al fondo. Elaboración propia. 2015

**REFERENCIAS**

## Imágenes

- Fig. 20 Fotografía interior vivienda A Ferrería, primer cuarto. Elaboración propia. 2015
- Fig. 21 Situación O Barqueiro, Mañón. Elaboración propia. 2015
- Fig. 22 Plantas vivienda O Barqueiro. Elaboración propia. 2015
- Fig. 23 Alzados vivienda O Barqueiro. Elaboración propia. 2015
- Fig. 24 Alzados vivienda O Barqueiro. Elaboración propia. 2015
- Fig. 25 Fotografía interior cocina vivienda O Barqueiro. Elaboración propia. 2015
- Fig. 26 Fotografía exterior vivienda O Barqueiro. Luis Feduchi en (Itinerarios de arquitectura popular española 2006), 134. 1973.
- Fig. 27 Fotografía exterior vivienda O Barqueiro. Elaboración propia. 2015
- Fig. 28 Palloza en O Cebreiro. Tono Arias. Fecha desconocida.
- Fig. 29 Croquis estación Folgoso do Courel. Elaboración propia. 2015
- Fig. 30 Croquis estación O Barqueiro. Elaboración propia. 2015
- Fig. 31 Croquis de la situación adecuada de un núcleo de población. Elaboración propia. 2015
- Fig. 32 Croquis en sección situación O Incio. Elaboración propia. 2015
- Fig. 33 Croquis situación Porto do Barqueiro. Elaboración propia. 2015
- Fig. 34 Croquis carpintería. Falta de hermetismo. Elaboración propia. 2015
- Fig. 35 Croquis relación temperatura día/noche vivienda A Ferrería. Elaboración propia. 2015
- Fig. 36 Croquis relación temperatura día/noche. Inercia/ no inercia. Elaboración propia. 2015
- Fig. 37 Croquis ventilación y mediciones humedad vivienda de A Ferrería. Elaboración propia. 2015
- Fig. 38 Croquis relación temperatura día/noche vivienda O Barqueiro. Elaboración propia. 2015
- Fig. 39 Croquis ventilación y mediciones humedad vivienda de O Barqueiro. Elaboración propia. 2015
- Fig. 40 Croquis de la diferencia en la localización entre el núcleo de población y la estación metereológica. Elaboración propia. 2015

## GRÁFICAS

Graf. 01 Temperatura y humedad estación Folgoso. Elaboración propia. 2015

Graf. 02 Velocidad del viento estación Folgoso. Elaboración propia. 2015

Graf. 03 Temperatura y humedad relativa estación A Faladoira. Elaboración propia. 2015

Graf. 04 Velocidad del viento estación A Faladoira. Elaboración propia. 2015

Graf. 05 Temperatura máxima y mínima estación Folgoso y vivienda A Ferrería. Elaboración propia. 2015

Graf. 06 Humedad máxima y mínima estación Folgoso y vivienda A Ferrería. Elaboración propia. 2015

( próx pág)

Graf. 07 Temperatura máxima y mínima estación A Faladoira y vivienda O Barqueiro. Elaboración propia. 2015

Graf. 08 Humedad máxima y mínima estación A Faladoira y vivienda O Barqueiro. Elaboración propia. 2015

Graf. 09 Temperatura exterior e interior vivienda A Ferrería y viento. Punto medición 01. Elaboración propia. 2015

Graf. 10 Temperatura exterior e interior vivienda A Ferrería días 29 y 30 de Agosto. Punto medición 01.

Elaboración propia. 2015

Graf. 11 Diferencia de temperatura absoluta entre exterior e interior, Ferrería durante los 12 días. Punto medición 01. Elaboración propia. 2015

Graf. 12 Temperatura exterior e interior vivienda A Ferrería y viento. Punto medición 02. Elaboración propia. 2015

Graf. 13 Temperatura exterior e interior vivienda A Ferrería días 29 y 30 de Agosto. Punto medición 02. Elaboración propia. 2015

Graf. 14 Diferencia de temperatura absoluta entre exterior e interior, Ferrería durante los 12 días. Punto medición 02. Elaboración propia. 2015

Graf. 15 Humedad exterior e interior vivienda A Ferrería y viento. Punto medición 01. Elaboración propia. 2015

Graf. 16 Humedad exterior e interior vivienda A Ferrería y viento. Punto medición 02. Elaboración propia. 2015

Graf. 17 Temperatura exterior e interior vivienda O Barqueiro y viento. Punto medición 01. Elaboración propia. 2015

Graf. 18 Temperatura exterior e interior vivienda O Barqueiro días 27 y 28 de Septiembre. Punto medición 01.

Elaboración propia. 2015

Graf. 19 Diferencia de temperatura absoluta entre exterior e interior O Barqueiro, durante los 12 días. Punto medición 01. Elaboración propia. 2015

Graf. 20 Temperatura exterior e interior vivienda O Barqueiro y viento. Punto medición 02. Elaboración propia. 2015

## REFERENCIAS

### Imágenes

Graf. 21 Temperatura exterior e interior vivienda O Barqueiro días 27 y 28 de Septiembre. Punto medición 02.

Elaboración propia. 2015

Graf. 22 Diferencia de temperatura absoluta entre exterior e interior O Barqueiro, durante los 12 días. Punto medición 01.

Elaboración propia. 2015

Graf. 23 Humedad exterior e interior vivienda O Barqueiro y viento. Punto medición 01. Elaboración propia. 2015

Graf. 24 Humedad exterior e interior vivienda O Barqueiro y viento. Punto medición 02. Elaboración propia. 2015

